

CLASSIFICATION SECRET

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

INFORMATION REPORT

REPORT NO. 25X1A

25X1A

COUNTRY Germany (Russian Zone)

DATE DISTR. 22 December 1948

SUBJECT Paper on Torpedo Fire Control Mechanisms
Used by the Germany Navy since 1926

NO. OF PAGES

PLACE
ACQUIRED

25X1A

NO. OF ENCLS.
(LISTED BELOW)

DATE OF IN
ACQUIRED

25X1X

SUPPLEMENT TO
REPORT NO.

THIS DOCUMENT CONTAINS INFORMATION AFFECTING THE NATIONAL DEFENSE
OF THE UNITED STATES. IT IS THE MEANING OF THE ESPIONAGE ACT SO
U. S. C. TITLE 18, SECTION 793, AND TITLE 18, SECTION 794, THAT THE
REVEALATION OF THE CONTENTS IN ANY MANNER TO AN UNAUTHORIZED PERSON IS PRO-
HIBITED BY LAW. REPRODUCTION OF THIS FORM IS PROHIBITED. HOW-
EVER, INFORMATION CONTAINED IN BODY OF THE FORM MAY BE UTILIZED
AS DEEMED NECESSARY BY THE RECEIVING AGENCY.

*Documentary
THIS IS UNEVALUATED INFORMATION FOR THE RESEARCH
USE OF TRAINED INTELLIGENCE ANALYSTS

SOURCE

The attached photostatic copy of a paper on torpedo fire control mechanisms
used by the German Navy since 1926 is being forwarded to your office for
retention in the belief that it may be of interest.

| | |
|----|------|
| 1 | Info |
| 2 | Info |
| 3 | Info |
| 4 | Info |
| 5 | Info |
| 6 | Info |
| 7 | Info |
| 8 | Info |
| 9 | Info |
| 10 | Info |

EVALUATE

Return to CIA Library

Dec 28 10 19 AM '48
SCI BR

CLASSIFICATION SECRET

| STATE | NAVY | NSRB | DISTRIBUTION | | | | | | | | |
|-------|------|------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ARMY | AIR | ORE | X | | | | | | | | |

Dec 24 9 12 AM '48

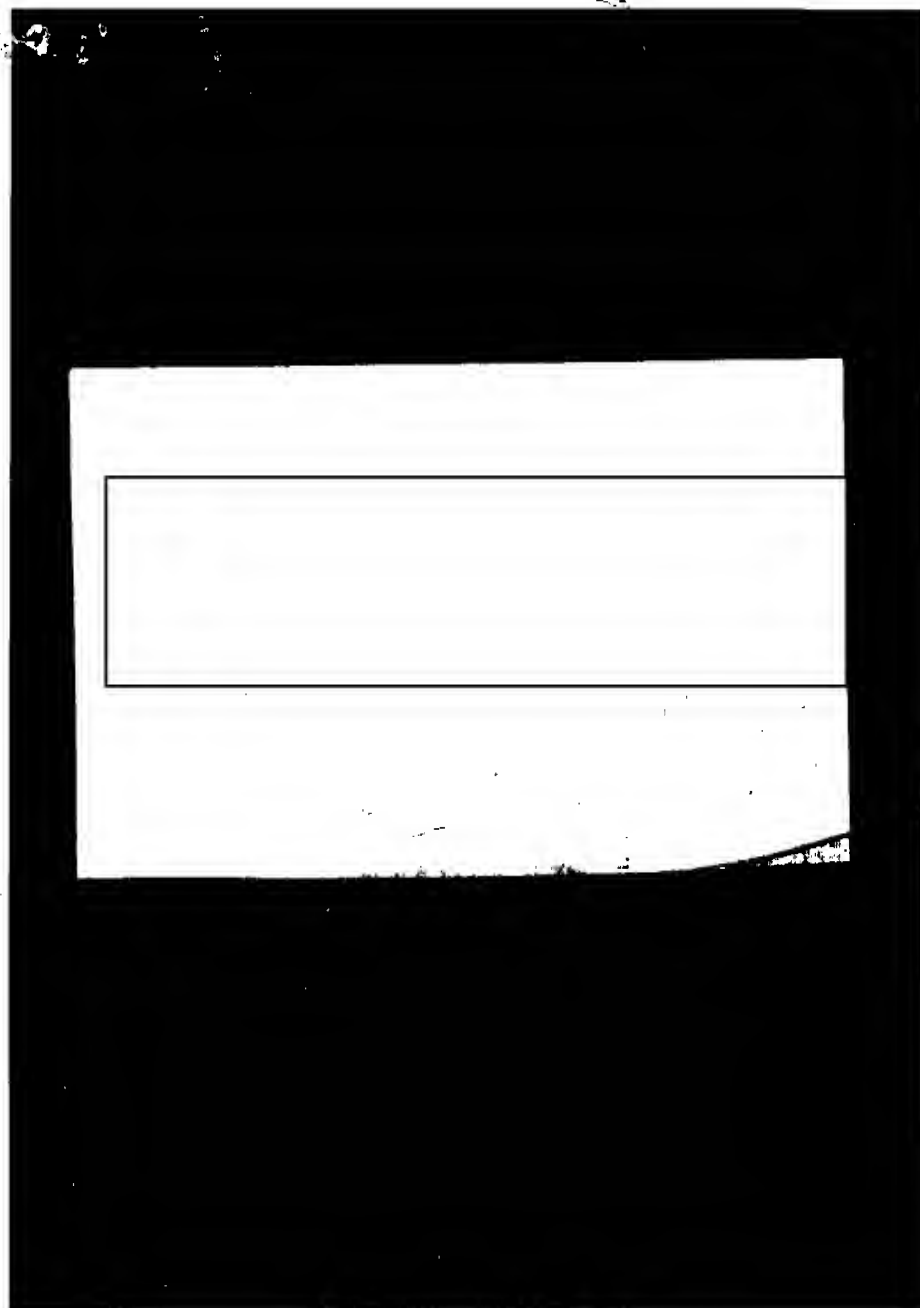
E/W

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

25X1A

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4



25X1A

Approved For Release 2002/08/14 : CIA-RDP83-00415R001700020006-4

Abteilung SAM
Verfasser: Helwig

25X1A

Geschichtlicher Überblick

Wurde seit dem Jahre 1926 in der deutschen Marine verschiedene Torpedo-Feuerleitanlagen auf U-Booten, U-Booten und U-Booten und Beschreibung der typischen Einrichtungen der Torpedo-Feuerleitanlagen auf U-Booten.

Berlin-Köpenick, den 16.10.1947
Pa.

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| A. Stand der Entwicklung im Jahre 1926 | 1 |
| A1. Rohrazielapparat | 1 |
| A2. Torpedo-Rechenscheibe | 1 |
| B. Kreuzer "Haden" mit logarithmischem Torpedo- Richtungswieser | 2 |
| B1. Logarithmischer TRW-Geber | 3 |
| B2. Zielskule | 3 |
| B3. Schusswinkel-Quittung | 5 |
| B4. Befehls-Anlage | 5 |
| B5. Ausführung der Geräte | 6 |
| C. Die "K-Kreuzer" mit TRW-Geber mit Rechenscheibe | 6 |
| C1. TRW-Geber mit Rechenscheibe | 6 |
| C2. Automatischer Lagewinkel | 7 |
| C3. Übertragung $180^\circ : 5^\circ$ | 8 |
| C4. Schusswinkel-Quittung | 8 |
| C5. Zielskule | 9 |
| C6. Befehls- und Abfeuersanlage | 9 |
| C7. Fächergerät | 9 |
| C8. Bordregeltisch | 10 |
| C9. Schaltung | 10 |
| C10. Ausführung | 11 |
| D. Kreuzer "Hürberg" mit TRW-Geber mit Dreiecksge- triebe und automatischer Kopplanlage | 11 |
| D1. TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe | 11 |
| D2. Zielskule | 14 |
| D3. Rohrsitze | 15 |
| D4. Befehls- und Abfeuersanlage | 16 |
| D5. Koppler | 16 |
| D6. Schusswinkel-Rechner | 18 |
| D7. Ausführung | 18 |
| D8. Schaltung | 18 |
| E. Panzerschiff "Adm. Scheer" mit Auswanderungsver- fahren | 19 |
| E1. Auswanderung | 20 |

| | Seite |
|--|-----------|
| F. Zerstörer "36" mit Zentral-Abfeuergerät und Winkelschuß | 21 |
| F1. TZA-Geber | 22 |
| F2. Winkelschuß | 23 |
| F3. Schnelldoppler | 24 |
| F4. Schußwinkel-Rechner | 25 |
| F5. Streuwinkel-Rechner | 27 |
| F6. Zentral-Abfeuergerät | 28 |
| F7. Entwicklungsstand 1937 | 29 |
| F8. Schaltung | 30 |
| G. Kreuzer "Prinz Eugen" und "Seydlitz" mit Krän- gung und ferngesteuerten Rohrsätzen | 30 |
| G1. Stabilisierter TZA-Geber | 30 |
| G2. Stabilisierte Rohrsätze | 35 |
| G3. Krängungsgerät | 38 |
| G4. Schußwinkel-Rechner | 39 |
| G5. Streuwinkel-Rechner | 41 |
| G6. Schußwerteschreiber | 41 |
| G7. Ausführung | 41 |
| G8. Schaltung | 42 |
| H. Zerstörer "36a" mit GA-Steuerung und Zeitschalter | 45 |
| H1. Steuerkule | 46 |
| H2. Schaltung | 52 |
| I. Stand der Entwicklung 1945 | 52 |
| I1. GA-Steuerung | 53 |
| I2. Zielgerät | 54 |
| I3. Rohrsatz | 55 |
| I4. Ausführung | 56 |
| K. Zusammenfassung | 56 |

Zugehörige Zeichnungen

- 84/65 Torpedo-Feuerleitanlage für Überwasserfahrzeuge
- 84/Bb 14 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Kreuzer Emden
- 84/Bb 15 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für K-Kreuzer
- 84/Bb 16 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Kreuzer Nürnberg
- 84/Bb 17 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Panzerschiff Admiral Scheer
- 84/Bb 18 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Zerstörer "36"
- 84/Bb 19 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Kreuzer Prinz Eugen und Seydlitz
- 84/Bb 20 Wirkungsplan der Torpedo-Feuerleitanlage für Zerstörer "36a"
- 84/Bb 21 Überblick über die Torpedo-Feuerleitanlage der Überwasserschiffe

A. Stand der Entwicklung im Jahre 1926

Im Jahre 1926 bestanden noch keine eigentlichen Torpedo-Feuerleit-
anlagen. Die größeren Schiffe wie Kreuzer und Schlachtschiffe hat-
ten noch fest eingebaute Torpedo-Ausstoßrohre, welche meist unter
Wasser angeordnet waren und lediglich der Versenkung eines be-
schädigten Fahrzeuges dienten.

A1. Rohrzielapparat

Nur die Torpedo-Boote hatten schon schwenkbare Rohrsätze, welche
mit dem Rohrzielapparat ausgerüstet waren. Mit diesem Gerät wurde
der Gegner anvisiert und nach Schätzung die Fahrt und Lage des
Gegners eingestellt. Hierdurch wurde ein Zieldreieck gebildet, so
daß die Torpedo-Ausstoßrohre in Schußrichtung kamen. Die Ausstoß-
rohre konnten entweder von Hand geschwenkt werden oder mit Hilfe
eines elektro-hydraulischen Getriebes (Lauf-Toma) gerichtet werden.
Beide Methoden waren so unvollkommen, daß mit einem laufenden Rich-
ten nicht zu rechnen war. Es wurde daher meist das Verfahren mit
feststehenden Rohren angewendet, d.h. man stellte eine günstige
Schußrichtung ein und ermittelte den Vorhaltewinkel anhand des
schon erläuterten Rohrzielapparates nach Schätzung. Man wartete
nun, bis der Gegner durch das Fadenkreuz der Optik lief, wobei
meist durch Abdrehen des Torpedo-Boots der Vorgang beschleunigt
wurde. In dem Augenblick, in welchem der Gegner im Fadenkreuz war,
wurde abgeschossen. Der Abschuss wurde mechanisch durch Betätigung
des Abfeuergestänges von Hand gelöst.

Es ist einleuchtend, daß mit diesen primitiven Verfahren keine
günstigen Resultate erzielt werden konnten. Die Schätzungen der
Gegnerdaten (Geschwindigkeit des Gegners (Fahrt) und Kurs des Geg-
ners (Lage)) waren sehr ungenau; die Beobachtungsmöglichkeiten
von den wegen des Zuwasserbringens der Torpedos niedrig angeleg-
ten Ausstoßrohren war gering und man war in hohem Maße auf die Ge-
schicklichkeit und Erfahrung des Torpedo-Schützen angewiesen.

A2. Torpedo-Rechenscheibe

Der erste Schritt in Richtung einer Torpedo-Feuerleitanlage wurde
kurz vor 1926 auf den Torpedo-Booten in Verbindung mit den schon
bestehenden Artillerie-Feuerleitanlagen gemacht. Es handelt sich
um die Torpedo-Rechenscheibe. Dieses Gerät war in der Artillerie-
Rechenstelle untergebracht und gestattete mit Hilfe eines sicht-

baren Zieldreiecks die Ermittlung des Vorhaltewinkels und der Reichweite. Es wurde ein Gegnerarm, welcher als Lineal ausgebildet war und Teilungen für die Gegners-Geschwindigkeit enthielt um den Lagenwinkel, d.h. den Winkel zwischen Peilstrahl und Gegnerkurs angeschwenkt. Ein Torpedoarm aus Glas, welcher Marken für die 2 Torpedogeschwindigkeiten 24,5 und 35 Knoten enthielt, wurde durch Betätigung zweier Handräder in Deckung mit der Gegnerfahrt gebracht. Der hierbei gebildete Vorhaltewinkel wurde auf einen Drehschilder geleitet und dem Seitenwinkel überlagert, so daß der Schußwinkel entstand. Es wurde also mit dem Zielgeber der Artillerie gerichtet und dem dort gefundenen Seitenwinkel anstelle des Schießers der Artillerie der Vorhaltewinkel der Torpedo-Rechenscheibe addiert, so daß der Schußwinkelgeber der Artillerie auf die Schußwinkel-Empfänger an den Torpedo-Ausstoßrohren geleitet werden konnte. Dort befanden sich Gegenseiger, welche mit der Rohrmittschwankung verbunden waren. Die vorhandene Artillerie-Feuerleitanlage wurde also lediglich mit der Torpedo-Rechenscheibe in der Zentrale und den Schußwinkel-Empfängern auf den Rohrsitzen ausgerüstet und es war nur in der Zentrale eine Umschaltung des Schießers auf den Vorhaltewinkel der Rechenscheibe vorzunehmen. Diese Anlage war mit den einfachsten Mitteln schon ein erheblicher Schritt vordrängte. Es konnten die in der Artilleriezentrale geordneten Gegnerdaten benutzt werden, es stand die gute und günstig aufgestellte Zielskule der Artillerie zur Verfügung und der Mann an den Ausstoßrohren konnte die ihm elektrisch angezeigten Schußwinkelwerte mit Folgezeiger übernehmen. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung der elektro-magnetischen Abfeuerung, welche jedoch zunächst infolge konstruktiver Mängel nicht recht befriedigte. Als großer Nachteil stellte sich die Kupplung mit der Artillerie-Anlage heraus, denn im Ernstfall war nicht damit zu rechnen, daß bei einem Angriff die Artillerie-Anlage im Interesse der Torpedo-Anlage unterbrochen würde. Der bewährte Rohrzielapparat auf den Rohrsitzen wurde beibehalten, um jederzeit auch unabhängig von jeder Anlage von den Rohren aus schießen zu können. Dieser Grundsatz ist auch bei den modernsten Anlagen stets aufrecht erhalten worden.

B. Kreuzer "Emden" mit logarithmischem Torpedo-Richtungswegweiser

In den Jahren 1926 und 1927 wurde die erste Torpedo-Feuerleitungsanlage auf Kreuzer "Emden" hergestellt. Die beigefügte Zeichnung Blatt 14 gibt einen Überblick über die Anlage.

21. Logarithmischer TRW-Geber

Das wesentliche Merkmal dieser Anlage ist der logarithmische Torpedo-Richtungswegweiser-Geber (TRW-Geber S. Gea 481). Dieses Gerät ist auf der Brücke aufgestellt und gestattet einen guten Überblick. Es wird der Seitenwinkel und Schußwinkel ermittelt. Ein besonderes Stellschloß gibt Anschluß über die Reichweite. Ein Folgezeiger-Bestätigung für Seite gestattet die Zielübernahme von der Artillerie und der später eingebauten Funk-Meßanlage. Der im TRW-Geber ermittelte Seitenwinkel kann der Artillerie-Anlage übermittelt werden, damit überprüft werden kann, ob die Entfernungsmessgeräte das gleiche Ziel beobachten. Der Schußwinkel wird sowohl dem TRW-Empfänger an dem Anstößrohr (S. empf. 482) zum Richten der Rohre als auch dem TRW-Quittungs-Empfänger (S. Gea 487) auf der Brücke zur Kontrolle der Schußrichtung übermittelt. Zu erwähnen ist noch, daß der Seitenwinkel auch der Wandtochter in der Zentrale zugeführt wird, wo durch Überlagerung mit dem eigenen Kurs die rechtweisende Feilung gebildet wird. Diese wird für den Hand-Koppeltisch benötigt, auf welchem der eigene Weg und der Gegnerweg aufgezeichnet werden, um aus dem Koppeltisch die Gegnerdaten ermitteln zu können. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß aus dem gleichen Grund auch die Entfernung an die Zentrale übermittelt wird, wobei anhand der verschiedenen Entfernungsmessgeräte eine gewisse Mittelung vorgenommen wird. Die Gegnerdaten (Gegnerfahrt v_g und Lagenwinkel γ) werden an TRW-Geber von Hand eingestellt, wobei die Werte entweder geschätzt oder vom Koppeltisch telefonisch überkommen werden. Die Entfernung e , welche lediglich für die Reichweite benötigt wird, wird am E_g -Empfänger (S. Gea 475) auf der Brücke angezeigt und von Hand in TRW-Geber eingestellt. Am TRW-Geber sind Abtasterkontakte zum elektro-magnetischen Auslösen des Schusses vorgesehen.

Die Wirkungsweise des logarithmischen TRW-Gebers ist in der Abhandlung "Theorie der Torpedo-Feuerleitungsanlagen der Überwasserschiffe" näher erläutert, so daß hier nur die geschichtliche Entwicklung angegeben ist, welche zu dieser Lösung geführt hat. Es

Wie bereits erwähnt, daß die Torpedo-Boote in der Verbindung mit der Artillerie mit einer Torpedo-Rechenscheibe ausgerüstet waren, welche wie der Rohrzielsapparat eine geometrische Nachbildung des Zielskreises zur Grundlage hat. Das bei der Rechenscheibe angewandte Verfahren (siehe ebenfalls genauere Beschreibung in "Historie der Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserachiffe") zeigt folgende Nachteile:

1. Die Gegnerfahrt ist nicht einstellbar, sondern der Bedienungsmann muß sich die befohlene Geschwindigkeit merken.
2. Bei unachtsamer Bedienung kann der Gegnerarm gegen die Lagerung des Torpedearms stoßen und Schaden nehmen bzw. dejustiert werden.
3. Die Torpedogeschwindigkeit kann nicht eingestellt werden; der Bedienungsmann muß sich die der befohlene Geschwindigkeit entsprechende Marke auf dem Torpedearm merken.
4. Der Torpedearm muß mittels zweier Handräder eingestellt werden. Es ist eine große Geschicklichkeit erforderlich, um die Torpedomarkte mit der Gegnerfahrt in Deckung zu bringen. Jede überflüssige Schwankung des Torpedearms geht in den Schußwinkel ein, so daß das Resultat so unruhig wird, daß ein Folgen an dem Rahmen nicht möglich ist. Die Genauigkeit der Ermittlung ist gering, da sie von den In-Deckung-Halten der Marken mittels des Auges des Bedienungsmannes abhängig ist.
5. Jede Veränderung des Lagemwinkels erfordert eine Neueinstellung des Torpedearms. Es wird also jedesmal 3 Handräder zu bedienen. Eine Automatik ist nicht möglich, da das Zielskreiss nur durch das Anschauen mit dem Auge des Bedienungsmannes geschlossen wird.
6. Eine befriedigende Bedienung der Rechenscheibe, so daß allerorts eine gute Ableitung und Einstellung möglich ist, befriedigt nicht.

Bei diesem Nachteilen war die Suche nach einer anderen Lösung sehr vergeblich und man glaubte diese gefunden zu haben, wenn man die mathematische Beziehung:

$$\sin \beta = \frac{v_g}{v_T} \cdot \sin \gamma$$

logarithmiert

$$\lg \sin \beta = \lg v_g - \lg v_T + \lg \sin \gamma$$

So einfach diese Lösung zuerst erscheint, da nur Werte zu addieren bzw. subtrahieren sind, zeigten sich doch bei der Durchbildung des Gerätes fast unüberwindliche Schwierigkeiten durch die logarithmische Teilung, welche bei kleinen Werten sehr groß und bei großen Werten sehr klein ausfällt. Vollkommen unmöglich ist die Darstellung der Werte um Null herum, da bekanntlich $\lg 0 = -\infty$ ist. Es war also ein Übergang von positive auf negative Werte, wie es der Lagenwinkel fordert, nicht möglich. Man mußte sich daher schweren Herzens zu einer Umschaltung für die Werte "Bug rechts" auf "Bug links" entschließen und hierfür 2 Geberpaare versehen.

Die großen technischen Schwierigkeiten führten dazu, daß nur ein einziger logarithmischer TRW-Geber hergestellt wurde und man doch wieder auf das geometrische Zieldreieck zurückgreifen mußte. Ein weiterer Nachteil der rein mathematischen Lösung lag darin, daß mit ihr nur der Vorhalteswinkel ermittelt werden konnte, während zur Bestimmung der Reichweite ein Zieldreieck zur Darstellung gebracht werden mußte.

B2. Zielskule

Außer dem logarithmischen TRW-Geber ist auf "Emden" noch eine einfache Zielskule vorgesehen (Zf 51, 71 Ges 23). Diese trägt den Rohrsiellapparat und sollte auf diese Weise den Schußwinkel am optisch günstiger Stelle ermitteln. Es ist jedoch nie zu der geplanten Ausführung gekommen, wie überhaupt die Anlage "Emden" als Projektanlage nur ausvollzogen blieb. So ist es auch nicht gewiss, ob die doppelte Aufstellung des Geräts auf Backbord und Steuerbord zur Durchführung kam.

B3. Schußwinkel-Messung

Ein wesentliches Merkmal dieser ersten Torpedo-Feuerleitanlage ist auch die vollständige Schußwinkel-Messung. Man wollte sich stets von dem Folgen des Rohrs überzeugen, um in günstigen Augenblicken schießen zu können. Später hat man erkannt, daß dieser Weg nicht zum Ziele führt und einen zu hohen Aufwand darstellt, besonders wenn 2 Rohrstütze vorhanden sind.

B4. Befehls-Anlage

Außer der eigentlichen TRW-Anlage, d.h. der Anlage, welche den Schußwinkel bildet und übermittelt, war auf "Emden" eine besondere

Befehlsanlage vorgesehen. Auf der Brücke befinden sich die Befehlsgeber (T Bef Geb, S. ges 485), in den Zielsäulen sind gleichfalls Befehlsgeber eingebaut, und am Rohrsatz befindet sich der Befehls-Empfänger (T Bef-Empf, S. ges 486). Diese Befehlsgeber und Befehls-Empfänger waren wie bei den Rudertelegraphen mit Quittung ausgerüstet. Es war eine Umschaltung vorgesehen, je nachdem, ob der logarithmische TRW-Geber oder die Zielsäulen Befehlsstellen waren.

35. Ausführung der Geräte

Besüglich der Ausführung der Geräte ist zu erwähnen, daß durchweg bestes Material wie Rotguß und Bronze angewendet wurde, was sich bestens bewährt hat. Die Lagerungen wurden als Gleitlager ausgebildet und bereiteten in der Herstellung hohe Kosten. Große Schwierigkeiten machte die Schmierung der Lager, da man vom normalen Maschinenbau ausgehend verhältnismäßig lange Lagerungen gewählt hatte. Die Beleuchtung der Geräte befand sich noch sehr im Anfangsstadium der Entwicklung. Es waren zwar Widerstände als Verdunkler vorgesehen, doch war die Ausleuchtung der Skalen nicht gleichmäßig und genügend gegen Feindeicht geschützt.

Abschließend muß gesagt werden, daß die erste Torpedo-Fuerleit-anlage auf dem Kreuzer "Emden" durchaus als Ausenseiter in der Entwicklung anzusehen ist.

9. Die "X-Kreuzer" mit TRW-Geber mit Rechenscheibe

Wie schon erwähnt, befriedigte die logarithmische Lösung so wenig, daß man sich gezwungen sah, wieder auf die geometrische Nachbildung des Zielspiegels zurückzugreifen. In den Jahren 1927 bis 1929 wurden die Kreuzer "Königsberg, Karlsruhe und Köln", die sogenannten "X-Kreuzer" ausgerüstet, welche den TRW-Geber mit Rechenscheibe, S. ges 1 erhielten. Der beigefügte Plan S4-Bb 15 gibt eine Übersicht über die Anlage mit den wesentlichen Schaltungen.

11. TRW-Geber mit Rechenscheibe

Auf der Brücke ist auf Steuerbord und Backbord je ein TRW-Geber aufgestellt, mit denen man die Umgebung gut übersehen kann. Die Geräte tragen eine Optik, welche durch Schwenken des ganzen Gerätes auf das Ziel gerichtet wird. Die Beobachtung des Gegners erfolgte von Hand ohne jede Vorstabilisierung oder andere technische Unterstützung. Spätere Schießübungen zeigten, daß auf diese

Weise das Ziel bei Seegang nur schwer im Fadenkreuz gehalten werden kann. Nur besonders ausgewähltes und geschultes Personal war in der Lage befriedigende Resultate zu erzielen. Auch wurde durch spätere Versetzung der Seitenhandruder eine möglichst günstige Handlichkeit erreicht. Diese TRW-Geber auf den "K-Kreuzern" berücksichtigten bei der Ermittlung des Schußwinkels die Parallaxe, d.h. den Abstand von den TRW-Gebern zu den Ausstoßrohren. Man sprach damals noch von einer Genauigkeit von $1/10$ Grad, man hoffte also den Schußwinkel mit dieser Genauigkeit bestimmen zu können. Spätere Untersuchungen zeigten, daß eine solche allgemeine Betrachtung nicht möglich ist, sondern die funktionsellen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen, wonach der Schußwinkel je nach Gefechtsbild mit verschiedenen Genauigkeiten zu erwarten ist. In besonderen zeigte sich, daß die Abhängigkeit von den Gegnerdaten wie Gegnerfahrt und Lage ausschlaggebend ist. Da diese jedoch nicht mit der gewünschten oder erhofften Exaktheit ermittelt werden konnten, erscheint uns heute die Berücksichtigung der Parallaxe auf den K-Kreuzern als ein übertriebener Aufwand. Damals legte man jedoch großen Wert auf die Parallaxkorrektur und bezog sie richtiger Weise auf den Eintrittspunkt des Torpedos ins Wasser. Das an der Rechenscheibe dargestellte Zieldreieck zur Ermittlung des Vorhaltewinkels hatte dieselben unter Abschnitt B aufgezählten technischen Mängel und Bedienungsschwierigkeiten.

OK. Automatischer Lagenwinkel

Ein wesentlicher Schritt in der Entwicklung der Torpedo-F Feuerleit- anlagen war die Einführung des sogenannten automatischen Lagenwinkels. Der Lagenwinkel ist sozusagen der Seitenwinkel des Gegners und damit laufender Änderung unterworfen wie auch der eigene Seitenwinkel. Es ist daher für den Erfolg der Schußwinkelberechnung von großem Einfluß, wenn der Lagenwinkel stets richtig ist. Da dieser aber nur von Zeit zu Zeit geschätzt oder vom Koppeltisch der Zentrale telefonisch übermittelt wurde, war die Bildung eines sich laufend richtig ändernden Lagenwinkels ein großer Gewinn. Hierzu erhält der TRW-Geber den Kurswinkel von der A-Komponente, einen von der Kompaßanlage überwachten Trägheitsrahmen mit Kreisel. Auch finden wir auf den K-Kreuzern erstmalig die Anwendung von automatischen Nachsteuerungen der elektrisch fernübertragenen Drehwerte. Es wurde die sogenannte Folgekupplung (FK) verwendet, ein elektromagnetisch gesteuertes Wendegetriebe, dessen Kontaktgeber als Schaltwerk auf den Drehmeldern angeordnet war.

Als Anzeigeorgane finden wir noch Zählwerke verwendet. Diese sind später wegen folgender Nachteile nicht mehr verwendet worden:

1. Bei einem Zählwerk müssen die Ziffern abgelesen werden, welche meist klein gehalten sind, während bei einer Uhr schon aus der Stellung der Zeiger ohne genaue Betrachtung der Ziffern abgelesen werden kann.
2. Die Ablesung eines Zählwerkes bereitet Schwierigkeiten, wenn eine Zahlenrolle sich gerade in der Umschaltung befindet.
3. Zählwerke können nicht über Null hinaus positive und negative Werte anzeigen. Es sind hierfür 2 Zählwerke erforderlich, welche mit Abdeckungen für das nicht geltende versehen sein müssen.
4. Zählwerke gestatten nur eine beschränkte Einstellgeschwindigkeit, welche für die unterste Zahlenrolle bei etwa 500 Umdrehungen pro Minute liegt.

03. Übertragung $180^\circ : 5^\circ$

Die Torpedo-Feuerleitanlage der "X-Kreuzer" war wie alle vorhergehenden Anlagen zunächst mit einer Übertragung $180^\circ : 5^\circ$ und Rot-Grün-Schaltern ausgerüstet worden. Als sich später hieraus Irrtümer ergaben und die Drehmelder gemauert worden waren, stellte man auf $360^\circ : 10^\circ$ ohne Rot-Grün-Schaltung um, wobei jedoch für die Folgekopplungen $180^\circ : 10^\circ$ gewählt wurde. Aus diesem Grunde hat der Fkw-Weber 2 Geberpaare für den Seitenwinkel. Der Seitenwinkel mit $180^\circ : 10^\circ$ wird an die Richtungsmeßanlage sowie an die Artillerie und Flak-Anlage übertragen, wie andererseits von dort die Werte zur Rückübernahme bezogen werden können. Der Seitenwinkel mit $180^\circ : 10^\circ$ geht zum Feilszählwerk, welches für die Aufzeichnungen des Gefechtsbildes auf dem Handkoppler in der Zentrale benötigt wird. Hier ist ebenfalls eine Umschaltung auf andere Zielstellen vorgesehen.

04. Schußwinkel-Quittung

Der Schußwinkel geht vom Fkw-Weber sowohl an die Rohrsätze als auch an die Schußwinkel-Quittungs-Empfänger (71 empf 1). Es ist hier das Quittungssystem noch weiter ausgebaut worden, indem Zeiger mit Gegenseiger zur Anwendung gekommen sind. Man ist bei der Quittungsanlage sogar soweit gegangen, daß man für jeden Rohrsatz einen zugehörigen Empfänger auf der Brücke aufgestellt hat. Gleichfalls befinden sich Quittungsempfänger für den an den Rohrsätzen eingestellten Schußwinkel bei den Zielskolen auf den achteren Zielstelle

05. Zielskule

Es handelt sich bei den achteren Zielstellen um einfache Zielskullen mit Rohrzielapparat. Es wurde hier das Verfahren mit festen Rohrstellungen angewendet, wo nach einem vorgeplanten Gefechtsverlauf in dem Augenblick abgeschossen wird, wo der Gegner das Fadenkreuz passiert.

Auf den Rohrsätzen, es sind deren 4 (jede Seite 2), befinden sich wie üblich die Rohrzielapparate.

06. Befehls- und Abfeuer-Anlage

Die "K-Kreuzer" sind mit einer vollständigen Befehls- und Abfeueranlage ausgerüstet. Die Befehle werden mittels Drehmelder übertragen, wozu besondere Befehlsgeber an den Zielstellen und zugehörige Empfänger an den Rohrsätzen vorgesehen sind. Es ist wieder ein vollständiges Quittungssystem durchgeführt worden. Ein Umschalter wird entsprechend der Befehlsstelle betätigt, je nachdem ob die vordere Zielstelle oder die achtere Zielstelle dominierend ist. Die Abfeuerung erfolgte anfänglich von Schaltern in den Deckeln der Trw-Geber, ist jedoch später durch Handabfeuerkontakte in Verbindung mit Wahlschaltern ersetzt worden. In den Wahlschaltern wird der Schuß vorgewählt, d.h. welches Rohr abgeschossen werden soll. Diese Anlagen waren großen Veränderungen unterworfen, da stets der Aufwand mit der Betriebssicherheit abzuwägen war. Es war auch eine große Anzahl Signallampen erforderlich, welche über den Ladezustand der Rohre Aufschluss gab. Diese Signallampen sind später wegen Feindeinsicht durch Schauseichen mit Leuchtmasse vorteilhaft ersetzt worden.

07. Fächergerät

Jeder der 4 Rohrsätze wurde später mit einem Fächergerät zur Auslösung eines Fächerschusses aus mehreren Rohren versehen. Es ist das im Prinzip ein Kreisel, welcher beim ersten Abschuss freigegeben wird und nun mit seinen um den Streuwinkel gespreizten Kontakten die anderen Schüsse freigibt, wenn die Rohrsätze oder das ganze Schiff entsprechend geschwenkt werden.

Die Rohrsätze können sowohl von Hand als auch mittels eines handgesteuerten elektro-hydraulischen Getriebes (Lauf-Toma) geschwenkt

SECRET

und in die Schußrichtung gebracht werden. Zur Einstellung des Schußwinkels dient der Schußwinkel-Empfänger (71 torp 23) mit seinen Gegenseigern. Der Einbau dieser Geräte mit dem Streuwinkel für den Flächerschuss ist nachträglich erfolgt und fällt etwa in das Jahr 1935.

Die Entfernung wird als solche in optischen Entfernungsmessern ermittelt sowie von den später eingebauten Funkmeßgeräten übernommen. Hierbei ist bei der Übernahme des Entfernungswertes von der Flak-Anlage eine Umrechnung von $1/e$ in e erforderlich, wofür ein besonderer Entfernungswandler (TS Wa. 71 torp 38) in der Zentrale aufgestellt wurde.

In der Torpedo-Maschenstelle befindet sich außer dem bereits erwähnten Peilsühlwerk ein Handgeber (A Geb 71 ges 109). Er hat den Zweck, das Peilsühlwerk mit der Kompaßanlage zu synchronisieren, welche nur mit dem Feinwert mit 1° für 1 Umdrehung ausgerüstet ist.

68. Bordregeltisch

Bei den "K-Kreuzern" ist der Anschluß für einen Bordregeltisch (BRT) vorgesehen. Es ist das eine Drehplatte, auf die ein Torpedo gelegt werden kann, um das Arbeiten des Geradlaufapparates im Torpedo zu überprüfen bzw. einzuregulieren. Das Gerät erhält hierzu den Kurswinkel φ , um die Kursänderungen des eigenen Schiffes auszuscheiden.

69. Schaltung

| | |
|---------------------------|--|
| Seitenwinkel 360 : 10 von | vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord Artillerie-Anlage Funkmeß-Anlage |
| Seitenwinkel 180 : 10 von | vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord E-Gerät Fockmast Steuerbord E-Gerät Fockmast Backbord E-Gerät achterer Stand |
| Kurs von A-Komponente auf | Peilsühlwerk Bordregeltisch |
| Entfernung von | E-Gerät Fockmast Steuerbord E-Gerät Fockmast Backbord E-Gerät achterer Stand Artillerie-Anlage Funkmeß-Anlage |

| | |
|-------------------|--|
| Schusswinkel von | vorderer Torpedo-Zielstelle Steuerbord vorderer Torpedo-Zielstelle Backbord |
| Befehlsanlage von | vorderer Torpedo-Zielstelle achterer Torpedo-Zielstelle |

010. Ausführung

Die Ausführung der Anlage ist in bestem Material mit vorwiegend Rotguss und Bronze durchgeführt. Die Lagerungen bestehen vorwiegend aus Gleitlagern mit Fettschmierung. Auch in der Beleuchtung der Skalen ist noch keine Änderung zu verzeichnen. Lediglich die später eingebauten Geräte sind vorwiegend aus Leichtmetall mit Kugellagerung.

D. Kreuzer "Nürnberg" mit TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe und automatischer Koppelanlage.

In die Jahre 1930 bis 1935 fällt die Ausrüstung des Kreuzers "Nürnberg" mit einer Torpedo-Feuerleitanlage. Die Zeichnung S4-Bb 16 gibt einen Überblick über die Anlage. Es ist die erste Anlage, welche als vollständig angesehen werden kann, da sowohl das Zielgerät (der TRW-Geber) mit einem Rechengetriebe zur Ermittlung des Schusswinkels versehen wurde, als auch in der Zentrale eine brauchbare Koppelanlage mit automatischer Übernahme der Werte und selbstständiger Aufzeichnung des Gefechtsbildes zur laufenden Ermittlung der Gegnerdaten ausgerüstet wurde. Auch gestattet ein Schusswinkelrechner in der Torpedo-Rechenstelle die sorgfältige Krrrechnung des Schusswinkels.

D1. TRW-Geber mit Dreiecksgetriebe

Der wertvollste Schritt in der Entwicklung war die Erfindung des Kurbeltriebes als Zieldreieck. Dieses Getriebe vermeidet alle die im Abschnitt B aufgezählten Nachteile der bisher verwendeten Rechen-scheibe. Das Dreiecksgetriebe selbst ist nicht mehr sichtbar. Alle Werte werden an gut ablesbaren Skalen eingestellt und in dem Dreiecksgetriebe mit hoher Genauigkeit so verarbeitet, daß nach Einstellung der Eingangswerte sofort das Resultat zur Verfügung steht, wobei keine überflüssigen Schwankungen des Schusswinkels auftreten, so daß ein zügiges Folgen der Rohrsätze möglich ist. Gleichzeitig entsteht ebenfalls an einer Ablesetrommel die Reich-

weite. Der automatische Lagenwinkel sorgt dafür, daß der Lagenwinkel sich ständig dem Gefechtsbild entsprechend ändert, so daß jeweils nur kleine Korrekturen vorgenommen werden müssen. Das Gerät erhält hierzu den Kurswinkel von der Mutterrichtanlage (Kompaß-Anlage). Die Parallaxe, welche durch den Abstand der Zielgeräte von den Torpedo-Ausstoßrohren bedingt ist, ist durch ein besonderes Parallaxgetriebe berücksichtigt worden, welches das Parallaxdreieck geometrisch nachbildet. Es macht sich also immer noch der Einfluß der Artillerie-Anlagen bemerkbar, wo eine besondere Sorgfalt auf diese Werte gelegt werden muß.

Ein weiterer großer Vorteil des TRW-Gebens, 71 torp 14, ist die Vorstabilisierung der Zielrichtung durch den Kurswinkel in Verbindung mit einer Generator-Verstärker-Steuerung (GV). Es ist also der erste Schritt zur Fernsteuerung mit modernen Mitteln getan, wenn auch der Impulgeber noch ein Kontaktwerk ist. Durch das Kuragesteuerten GV-Motor ist das Zielgerät von den Kursänderungen des eigenen Schiffes befreit; der Seitenrichtmann hat nur die durch die Änderung des Gefechtsbildes bedingten Änderungen des Peilwinkels am Seitenhandrad einzustellen. Es wird ihm also beim Abdrücken des eigenen Schiffes das Ziel nicht plötzlich vom Fadenkreuz der Optik weggerissen. Darüber hinaus ist das Zielgerät erstmalig für alle Feuerleitanlagen mit einem Geschwindigkeitsgetriebe zur Erleichterung des Richtvorganges ausgerüstet worden. Erst im Krieg ist der große Nutzen dieser Einrichtung voll erkannt worden. Es wird also an einem leicht zu betätigenden Handrad die Schwenkgeschwindigkeit eingestellt. Hierbei ist eine gewisse Wegüberlagerung vorgesehen, um eine Übersteuerung zu vermeiden. Man muß sich den Richtvorgang wie folgt vorstellen: Der Seitenrichtmann greift zunächst mit dem Seitenhandrad das Ziel auf, dann versucht er es mit dem leichtgängigen und daher gefühlsmäßig sehr genau einstellbaren Geschwindigkeits- oder Auswanderungshandrad im Fadenkreuz zu halten. Ist die eingestellte Geschwindigkeit zu gering, so daß das Fadenkreuz zurückbleibt, so muß offenbar eine höhere Geschwindigkeit eingestellt und der veräumte Weg aufgeholt werden. Wollte man dieses nur mit einer reinen Geschwindigkeits-Steuerung machen, so müßte man eine zu hohe Geschwindigkeit einstellen, um den veräumten Weg aufzuholen. Dies führt zu einer dauernden Pendelung um den Sollwert herum. Ist jedoch - wie im Gerät vorgesehen - eine Wegüberlagerung eingebaut, so wird mit der Erhöhung der Geschwindigkeit gleichsei-

zig der verkümmte Weg aufgeholt. Diese Einrichtung arbeitet so verteilhaft, daß der Seitenrichtmann das Ziel mit geringer Mühe sehr genau im Fadenkreuz halten kann. Die Einrichtung hat aber darüber hinaus noch 2 weitere Vorteile. Einmal kann durch diese Einrichtung ein vorübergehendes Ausersichtkommen des Gegners durch Nebel oder andere Sichtbehinderungen überbrückt werden; zum anderen wird bei dem geschilderten Verfahren gleichzeitig die Schwenkgeschwindigkeit ermittelt, welche als sogenannte Auswanderung die Möglichkeit zur Berechnung des Schußwinkels nach dem Auswanderungsverfahren bietet. Es ist deshalb im Gerät hierfür ein besonderer Geber vorgesehen, welcher allerdings auf "Nürnberg" noch nicht zum Anschluß gekommen ist.

Zur Erleichterung der Zielaufnahme kann die Optik nach Lösung einer Last freigeschwenkt werden. Eine Automatik sorgt dafür, daß das Gerät diesen Bewegungen mit den ihm möglichen Folgegeschwindigkeiten folgt. Nach Erfassung des Zieles wird die Optik wieder eingerastet.

Man ersieht aus diesem kurzen Überblick, daß eine vollkommen neue Entwicklung in den Torpedo-Fuehranlagen begonnen hat, indem ein hochentwickeltes Zielgerät geschaffen wurde, welche in geistreicher Weise versucht, den praktischen Anforderungen zu entsprechen und ein Optimum der gestellten Aufgaben zu erreichen. Dieser Grundtyp des Torpedo-Richtgerätes hat sich so gut bewährt, daß er bei allen späteren Anlagen im Prinzip beibehalten worden ist. Es sind lediglich konstruktive Verbesserungen und Erhöhung der Betriebssicherheit sowie Abwägung des vertretbaren Aufwandes durchgeführt worden.

Auf der Brücke sind 2 solche TRW-Geber für Steuerbord und Backbord aufgestellt. Die Geräte sind aus Gründen des Aufwandes und der Betriebssicherheit nicht mit Schleifringen zur Zuführung der elektrischen Werte und Stromverbindungen versehen; sie sind daher nicht drehbar sondern haben einen Schwenkbereich von etwa 360 Grad, was die Kabelschleife in den Säulen der Geräte ohne Schwierigkeiten ermöglicht.

Die TRW-Geber erhalten den Kurswinkel von der Mutterrichtanlage (Kom-AD-Anlage) und die Entfernung von den Entfernungsmessgeräten. Die Gegenstände wie Fahrt und Lage werden entweder geschätzt oder besser telefonisch von der Torpedo-Rechenstelle übernommen. Das Gerät liefert den Seitenwinkel, welcher an Zielrichtungs-Empfänger

71 empf 103 zwecks Zielübernahme sowie an den Koppler und Schußwinkelrechner in der Zentrale übertragen wird. Der Schußwinkel wird von dem Gerät an die Rohrleitung und Befehlsübermittlungsstation (TBU-Ka, 71 torp 24) sowie an die Zielgeber (T2-Geb, 71 torp 20) zur Schußwinkel-Kontrolle übertragen. Es ist hierbei eine Umschaltung auf den Schußwinkel des Schußwinkel-Rechners (T2-Geb, Ka, 71 torp 15) in der Zentrale vorgesehen. Nicht ausgeschlossen ist der Auswanderungsgeber (dw_H/dt).

52. Zielschule

Auf der Brücke war noch die Aufstellung eines Schußfeldprüfers (T2-Schu-Pr, 71 torp 18) geplant, welcher jedoch nicht zur Ausführung gekommen ist. Es lag hierbei der Gedanke zugrunde, daß ein eigenes Fahrzeug anvisiert und hierfür der Schußwinkel bestimmt werden sollte. Lag dieser in der Nähe des HZ des Feindes, so lag ein Schußwinkel vor. Das Gerät sollte hierzu den Karawinkel und Schußwinkel erhalten, wobei der Schußwinkel die Richtung der Torpedo-Ausstoßrohre überträgt werden sollte. Man hat sich begnügt, die Prüfung des Schußfeldes von den Masten aus (T2-Geb, 71 torp 20) durchzuführen. Diese Masten, welche auf der vorderen Zielstelle und Steuerort und Masten auf der achteren Zielstelle aufgestellt sind, tragen den Schußfeldapparat, so daß das Gerät in Schußrichtung kommt, während es mit Hilfe bezeichneten Folgesieger-Empfänger die Schußfeldprüfung vorgenommen wird. Es ist hierfür eine Umschaltung von Masten auf Schußwinkel-Quittung vorgesehen. In der Praxis hat man sich bei der Schußfeldprüfung wenig Anwendung gefunden und ist verworfen worden.

Wesentlicher ist die Benutzung der Zielschule als Zielgeber zur Ermittlung des Seitenwinkels, welcher dem Koppler und Schußwinkelrechner in der Zentrale zur Bildung des Schußwinkels zugeführt wird. Hierbei ist eine Übertragung $360^\circ \pm 20^\circ \pm 10^\circ$ vorgesehen, die damals die Nachsteuerung des Wertes $360^\circ \pm 10^\circ$ nach Richtungsdaten bereitete. Wird die Optik mit ihrem Zieldreieck (Zieldreieckapparat) zur Bildung des Vorhaltewinkels benutzt, so wird vom Zielgeber der Schußwinkel direkt an die Ausstoßrohre übertragen.

D3. Rohrsätze

Die 4 Torpedo-Rohrsätze, auf jeder Seite 2, können von Hand rein mechanisch oder mit Hilfe eines elektro-hydraulischen Getriebes (Lauf-Toma) gerichtet werden. Die Rohrrichtung wird an den Torpedo-Schuwinkel-Empfängern (1 Schu-Empf, 71 torp 23) angezeigt, welche andererseits auf elektrischem Wege den errechneten Schuwinkel erhalten, so daß lediglich die Zeiger in Deckung zu halten sind und jederzeit geschossen werden kann. Bei der Torpedo-Feuerleitungsanlage auf Kreuzer "Härberg" ist erstmalig von vornherein der Flächen-schuß mit Hilfe des Flächengerätes (71 torp 12) vorgesehen. Es ist deshalb an den Schuwinkel-Empfängern eine Einstellung für den Streuwinkel vorgesehen. Die Anzeigebühnen befinden sich also beim Breitenflügel in einer um den Streuwinkel von der errechneten Schußrichtung abweichenden Stellung. Beim ersten Schuß wird der Kreisel im Flächengerät freigegeben, so daß beim Durchschwenken die anderen Schüsse um den Streuwinkel verzerzt gemäß dem am Kreiselrahmen ausgepreißen Kontakten fallen. Der Kreisel im Flächengerät wurde anfänglich von einem Federwerk im Augenblick des Abschusses angeworfen; später wurden elektrische Kreisel verwendet, welche vor dem Abschuss angelaufen lassen wurden. Es war hierfür in den Geräten ein Umformer zur Erzeugung des Drehstromes für den Kreisel eingebaut.

Es erwähnen ist noch die Hartlagenschaltung. Besonders beim Flächen-schuß ist es von Bedeutung vorher zu wissen, ob auch alle Schüsse möglich sind und nicht durch den beschränkten Schußbereich der Rohrsätze behindert sind. Angenommen der Schußbereich der Steuerbördrohre geht von 45° bis 135° und der Streuwinkel beträgt 5° . Es ist dann im äußersten Falle ein 3-er Flächen mit den Schußrichtungen 45° , 50° und 55° möglich. Der errechnete Schuwinkel wäre in diesem Fall 50° und die Rohre stehen in der Anfangsstellung von 55° , da stets gemäß Verabredung von achtern nach vorn durchgeschwenkt wird. Es hat dies seinen Grund darin, daß die Torpedobahnen sich nicht überschneiden sollen, damit keine Kollision der Torpedos eintreten kann. Der Rohrsatz steht in dem angenommenen Beispiel also auf $q + \psi = 50 + 5 = 55^\circ$, während der Hartlagenschalter auf $q - \psi = 50 - 5 = 45^\circ$ steht und damit anzeigt, daß das Ende des Schußbereiches bereits erreicht ist. Die zugehörigen Signallampen bzw. Schanzeichen befinden sich in den Befehls-Übermittlungs-kästen und Zielgebern. Die Abfeuerung erfolgt elektro-magnetisch

von den Zielstellen aus, wo entsprechende Abfeuerkontakte an den Zielgeräten und Wählschaltern für die verschiedenen Rohre in den Befehlsübermittlungskästen und Zielgebern vorgesehen sind. Für die Abfeuerung von Rohren aus befinden sich auch dort entsprechende Abfeuerkontakte und Wählschalter. Als letzte Reserve kann immer noch mechanisch durch einen Handhebel vom Rohr selbst geschossen werden.

24. Rohre mit Abfeuerungslage

Die Rohre mit Abfeuerungslage ist auf Kreuzer "Hamburg" sehr weitgehend ausgebaut. Ausser der bereits beschriebenen Abfeuerungslage ist noch eine ständige Überprüfung der Abfeuerungslage durch ein elektrisches Meßinstrument vorgesehen, indem auch vor dem Schuss ständig ein Rohrstrom durch die Anlage fliesst. Für den Rohrstrom ist an allen Rohrstellen eine Kontrolle durch Zeiger mit Gegenseiger vorgesehen, wobei der Innenzeiger den errechneten Schusswinkel und der Ausenzeiger den an den Rohrstutzen eingestellten Schusswinkel anzeigt. Man kann also aus der Zeigerstellung stets erkennen, wie gut die Rohre folgen. Zur Übermittlung der Befehle sind Drehfelder vorgesehen, welche ebenfalls mit Quittung versehen sind. Sie befinden sich in den Zielgebern, in den RU-Kästen und an den Rohren in den Befehls-Empfängern (71 torp 22).

25. Koppler

Auf Kreuzer "Hamburg" ist eine vollständige automatische Koppelanlage eingebaut. Man hatte erkannt, daß das Torpedoschiessen nach Schätzung vollkommen unzulänglich ist und daß auch das Kopplern von Hand nicht ausreichen kann. In der Abhandlung "Analyse der Fehler der Torpedo-Feuereitanlagen der Überwasserschiffe" sind diese Verhältnisse eingehender untersucht worden und es ist zu erkennen, daß der Erfolg einer Torpedo-Feuereitanlage maßgeblich von der Güte der Ermittlung der Gegnerdaten abhängig ist.

Dieser erste Gefechts-Koppler (T-Gei-Kop, 71 torp 7) mit dem Fahrtwandler (71 torp 13) stellt noch einen erheblichen Aufwand dar und ist später sehr vereinfacht und vervollkommenet worden. Immerhin hat er schon recht befriedigend gearbeitet und bedeutet in der Entwicklung einen großen Schritt vorwärts. Es werden folgende Werte elektrisch aufgenommen und mittels kontaktgesteuerter Nachlaufwerke bzw. Folgekupplungen (elektro-magnetische Wendegetriebe) vollautomatisch übernommen:

... von der Mutterrichtanlage (Kompassanlage)
... von der Fahrtmeßanlage
... von der Torpedo-Rechenanlage von den Torpedo-Zielstellen
... von der Artillerie-Rechenanlage von der Artillerie-Rechenstelle
... von der Torpedo-Rechenanlage von dem Entfernungsmess-
geräten der Torpedowaffe
... von der Artillerie-Rechenanlage von der Rechenstelle
der Artillerie

... durch die Wegkomponenten mittels Sinus-Cosinus-
... und ... von eigenen Schiff und vom Torpedo-
... Artilleriebild gebildet und auf Schreiber geleitet, wel-
... das Gefechtsbild aufzeichnen. Solche Gefechtsbild-
... befinden sich in der Zentrale und bei der Schiffsführung
... und auf der vorderen Zielstelle. Da die Schreiber
... mit den Feindorten (10 km) angeschlossen sind, ist ein ent-
... synchronisierte in der Torpedo-Rechenstelle vorge-
... Da die Schreiber alle gleiche Anschläge als Begrenzung des
... haben, kann in einfacher Weise es synchronisiert wer-
... das alle Werte von Synchronisierungsgegenstand gegen die Anschläge
... werden. Der Synchronisierungsgeber dient auch dazu, das Ge-
... wieder in die Bildmitte zu rücken, wenn es am Rande ver-
... will.

Durch die Gefechtsbildschreiber erhält man einen guten Überblick
über das Gefechtsbild und kann auch ganz gut den Kurs des Gegners
erkennen und ablesen. Schwierigkeiten bereitet jedoch die Er-
mittlung der Geschwindigkeit. Es ist deswegen hierfür nachträglich
ein besonderes Gerät, der Fahrtmesser vorgesehen worden. In die-
sem Gerät sind Tangensenschnurverhältnisse vorgesehen, welche die Wegkom-
ponenten in Geschwindigkeitswerten umwandeln, welche in einem
Sinus-Cosinus-Geräte in Gegenführung und Gegenführung umgewandelt
werden. Dieses Sinus-Cosinus-Geräte ist in sofern sehr inte-
ressant, weil es durch eine besondere Bauart die Umwandlung von
kartesischen in Polarkoordinaten gestattet. Die so gebildeten Wer-
te werden dem Schiffsstabschef zur Bildung des Schiffsplans
übermittelt.

Für die Kompassanlage ist von besonderer Bedeutung, daß die
Eingangswerte laufend richtig angeführt werden, da jede Falsch-
leitung die eigenartigsten Aufzeichnungen in den Gefechtsbildschrei-
bern

bern zur Folge hat. In besonderem Maße gilt diese Voraussetzung für die Entfernung, welche mit den auf Kreuzer "Nürnberg" vorhandenen Mitteln nur schwerlich laufend gemessen werden kann. Es hätte der Zwischenschaltung eines Mittlungsgerätes für Entfernung bedurft, um der Koppelanlage vollen Erfolg zu ermöglichen. Leider konnte sich die deutsche Marine hierzu trotz verschiedener Hinweise nicht entschließen.

D6. Schmähwinkel-Messung

Auf Kreuzer "Nürnberg" befindet sich erstmalig ein Schmähwinkel-Messgerät (T Schu-Me, VI 15) in der Zentrale. Statt des bisher verwendeten Zielkreuzes ist eine mathematische Lösung mit Sinus-Getrieben verwendet worden. Das Gerät kann sowohl nach dem Koppelverfahren wie nach dem Auswanderungsverfahren den Schmähwinkel ermitteln. Auf Kreuzer "Nürnberg" ist das Auswanderungsverfahren jedoch noch nicht zur Anwendung gekommen. Die von Hand übertragene Gegenstande wie Fahrt und Lage werden von Hand mittels Folgerzeiger eingestellt. Es wird $v_g \cdot \sin \gamma$ gebildet, welches Wert gleich $v_T \cdot \sin \beta$ ist. Auf dem V_T -Trommel wird der Seitenwinkel abgelesen und von Hand zwecks Überlagerung mit dem seitlich einfließenden Seitenwinkel zum Schmähwinkel eingezeichnet. Der Schmähwinkel ist durch ein Parallaxgetriebe auf die Eintrittspunkte der Torpedos ins Wasser besogen und wird den Rohrätzen und Schmähwinkel-Kontrollempfängern elektrisch zugeführt. Der Schmähwinkel ist also von den Zielstellen auf die Torpedo-Kontrollstelle übertragbar.

D7. Ausführung

Bei den Geräten auf "Nürnberg" ist der Anfang der Umstellung auf Leichtmetall gemacht worden. Die Gehäuse sind aus Aluminium, während die Getriebeplatten der Nachengetriebe noch aus Rotguss sind. Zur Lagerung sind vorwiegend Kugellager verwendet worden, welche eine gleichbleibende Leichtgängigkeit der Getriebe gewährleisten und die oft schwierigen Schmierstellen der Gleitlager vermeiden.

D8. Schaltung

Die Schaltung der Torpedo-Feuersleitanlage auf Kreuzer "Nürnberg" ist in die Richtungsweiser-Anlage (TRW-Anl), in die Entfernungsmess- und Koppelanlage und in die Befehls- und Abfeuerschaltung unterteilt. Es sind im wesentlichen folgende Schaltungen vorgesehen:

| | |
|------------------|--|
| Seitenwinkel von | vorderer Torpedo-Zielstelle Torpedo-Nachtszielstelle (Brücke mit TRW-Geborn) achterer Torpedo-Zielstelle Funkanlage |
| Schauwinkel von | Torpedo-Nachtszielstelle (Brücke mit TRW-Geborn) Torpedo-Rechenstelle |
| Entfernung von | Fockmast vorderer Rechenstelle der Artillerie achterer Rechenstelle der Artillerie Funkanlage |
| Befehlsgebe von | vorderer Torpedo-Zielstelle Torpedo-Nachtszielstelle (TRW-Geborn) Achterer Torpedo-Zielstelle |

2. Panzerschiff "Admiral Scheer" mit Auswanderungsverfahren

Etwa in das Jahr 1936 fällt die Torpedo-Feuerleitanlage für das Panzerschiff "Admiral Scheer". Bei dieser Anlage ist zu berücksichtigen, daß ein Panzerschiff in erster Linie Träger der Artillerie ist und daher die Torpedosysteme auf den großen Einheiten eine untergeordnete Bedeutung hat. Aus diesem Grunde hat das Schiff, wie aus dem Plan S4-Nb 17 ersichtlich ist, nur achtern 2 Rohrsätze, welche durch eine Schutzhaube verkleidet sind. Es wird hiermit ein Grundgedanke berührt, welcher besonders in den Jahren 1940 bis 1944 in verstärktem Maße bearbeitet wurde, ohne jemals zu einer befriedigenden Lösung geführt zu haben. Man war sich schon 1936 darüber im Klaren, daß die bisherige freie Aufstellung der Torpedo-Ausstoßrohre weder bei Seegang noch im Gefecht günstig ist. Andererseits bedingt eine Kapselung der Torpedo-Rohrsätze so erhebliche Umstellungen, daß vollkommen neue Gesichtspunkte zur Geltung kommen müssen. Die Ausstoßrohre müßten anders armiert werden, die Aufstellung der Geräte auf und an den Rohrsätzen müßte vollkommen neuartig erfolgen, wobei die Beibehaltung einer lichtstarken Optik besonders Maßnahmen erfordert. Die letzten Entwürfe in dieser Richtung zeigten allseitig gekapselte Bedienungsgestände in Stromlinienform wie ein Stenorhüschen auf kleinen und schnellen Motorbooten. Auf "Admiral Scheer" war die Verlegung des Bedienungsgestandes unter die Rohrsätze in das Zwischendeck mehr eine Maßnahme wegen der Geschütztürme der Artillerie. Es war nicht damit zu rechnen, daß sich beim Artillerieschießen Menschen auf dem Achterdeck aufhalten konnten.

Die Rohreitzte wurden wie bisher von einem handgesteuerten elektrohydraulischen Getriebe (Lauf-Tone) betätigt, wobei wieder ein Schußwinkel-Empfänger (71 torp 24) unter Berücksichtigung des Streuwinkels die Übernahme des errechneten Schußwinkels anhand von Gegenzeigern gestattete. Ebenfalls war wieder ein Fächergerät, ein Befehlsempfänger und Walschalter vorgesehen. Der Rohrsatz weicht also bis auf seine Aufstellung nichts Neues bezüglich der Torpedo-Feuerleitanlage.

Dies kann auch allgemein von der ganzen Anlage gesagt werden. Wir finden wieder den THV-Geber 71 torp 14, den Koppler 71 torp 7 mit Fahrtwandler 71 torp 13 und den Gefechtsbildzeichnern sowie den Schußwinkel-Rechner 71 torp 15. Auch über die Befehls- und Abfeueranlage ist nichts Neues zu berichten, es sei denn, daß sie nicht mehr so überladen ist.

21. Auswanderung

Das wesentliche Merkmal der Scheer-Anlage ist die erstmalige Anwendung des Auswanderungsverfahrens und der damit verbundenen Aufstellung eines besonderen Auswanderungsmessers (TAM). Bei diesem Verfahren wird durch die Multiplikation der Auswanderung (Schwankgeschwindigkeit des Feilstrahls im Raum $d(\omega + \varphi_s) / dt$) mit der Entfernung der für den Torpedoschuss notwendige Anteil der Wagnersdaten ohne jede Kopplung gefunden, so daß sofort bei Kenntnis der eigenen Fahrt und des Seitenwinkels der Vorhaltewinkel gefunden werden kann.

$$\sin \beta = \frac{e \cdot \frac{d(\varphi_s + \omega)}{dt} - v_e \cdot \sin \omega}{v_T}$$

Das Auswanderungsverfahren bedingt, daß die Auswanderung und Entfernung mit großer Genauigkeit ermittelt werden. Man setzte große Hoffnungen auf die in Entwicklung begriffenen elektrischen Entfernungsmesser. Um nun die Auswanderung mit genügender Genauigkeit ermitteln zu können, war ein besonderer Auswanderungsmesser entwickelt worden, bei dem eine Kreiselanordnung durch einen Federdruck zum Auswandern gebracht wurde. Die Durchbiegung der Feder war ein Maß für die gesuchte Schwankgeschwindigkeit. Um das Gerät

von den Schiffsbewegungen zu befreien, welche den Meßkreislauf gestört hatten, war der Anschluß an eine BG-Komponente mit den Werten für Schlingern und Stampfen erforderlich. Im Ganzen gesehen war der TAM ein erheblicher Aufwand und fand starke Konkurrenz durch das einfache Reibradgetriebe in den TRW-Gebern. Durch besonders sorgfältige Konstruktion und Ausführung dieser Organe gelang es im TRW-Geber dieselben Genauigkeiten zu erzielen, so daß bei späteren Anlagen der TAM in Fortfall kam.

Die Auswanderung vom TAM oder den TRW-Gebern wurde zumeist auf den Schußwinkel-Rechner in der Zentrale geschaltet. Dort wurde ein Multiplikationsgetriebe in Form eines Dreieckgetriebes solange zum Lauf verstellt, bis die Auswanderungsmenge in Deckung stand. Bei der Konstruktion des Schußwinkel-Rechners zeigte es sich, daß in den Multiplikationsgetrieben Schwierigkeiten hinsichtlich des Spielraums auftreten, so daß dieser von 30 auf 70 km beschränkt wurde. Bei späteren Geräten ist aus diesem Grunde ein anderes und zweckmäßigeres Multiplikationsgetriebe entwickelt worden.

2. Torpedo-Funktionanlage der Zentrale "36" mit Leistungsfähigkeits- und Winkelrechner

Die Torpedo-Funktionanlage der Zentrale "36" fällt etwa in das Jahr 1937 und ist auf der Zeichnung 34-2b 18 dargestellt. Statt der TRW-Geber sind TZA-Geber (Torpedo-Ziel- und Auswanderungsgeber) auf der Brücke vorgesehen. Die TRW-Geber waren im Laufe der Entwicklung recht ungenügend gewesen, so daß man sich zu einer grundlegenden Neukonstruktion entschloß, zumal für die U-Boote ein sehr kleines Dreieckgetriebe zur Ermittlung des Verhaltenswinkels entwickelt worden war. Der maßgebende Grundgedanke bei dieser Konstruktion war die Lagerung der Vektorscheiben mittels eines Zentrallagers und eines Stützlagers am Umfang, wobei für beide Lager Kugeln verwendet wurden. Dieser Grundgedanke zieht sich durch die ganze Anlage, wo wir auch neuen Konstruktionen für den Koppler und den Schußwinkelrechner begegnen. Ausser der zweckmäßigeren Konstruktion der Rechengetriebe finden wir auch neue Lösungen der Rechenverfahren, wovon noch die Rede sein wird. Der wesentlichste Schritt in der Entwicklung der Rechengetriebe ist aber wohl die Einführung der Kurvenkörper, welche wir im Schußwinkel-Rechner und dem ersten Streuwinkel-Rechner verwendet finden.

Es ist schwer, die Einzelheiten der Anlage zu erläutern, da nicht mehr eine Summe von Geräten vorliegt, sondern die Verfahren und Zusammenhänge sind bereits stark verflochten. Bei den Geräten über Deck ist deutlich die Absicht zu erkennen, nur das Nötigste oben zu belassen, wo es den ungünstigen Klimaverhältnissen und im Ernstfall dem Chaos des Kampfes ausgesetzt ist. Alle feineren Apparaturen und auch die Rechenvorgänge, welche vom Bedienungsmann eine gewisse Ruhe und Konzentriertheit erfordern, sind unter Deck angeordnet. Diese Verhältnisse treten besonders stark durch die Aufstellung eines Zentral-Abfeuergerätes unter Deck ins Auge.

71. TZA-Geber

Betrachtet man zunächst den TZA-Geber genauer, so ist zu erkennen, was die Ermittlung der Parallaxe in Portfall gekommen ist; es ist sogar auf den automatischen Lagenwinkel verzichtet worden. Etwas weitgehend erscheint die Einsparung eines besonderen Gebers für den Schußwinkel. Es ist nur ein Geber vorgesehen, der je nach Wunsch (Peilwert) als Seiten- oder Schußwinkelgeber verwendet werden kann. Man will nur notfalls den Vorhaltewinkel im TZA-Geber ermitteln können; das normale Verfahren soll über die Rechenstelle gehen, wo mit entsprechenden Geräten der Schußwinkel ordentlich ermittelt werden kann. Ein verbessertes Keilbradgetriebe im TZA-Geber sorgt für günstige Richtverhältnisse und Ermittlung einer genauen Auswanderung, wobei eine Kursvorstabilisierung eingebaut ist. Es ist also nichts unterlassen worden, was zur Bildung eines guten Peilwinkels erforderlich ist. Wir finden diesen Grundsatz bei späteren Anlagen stets aufrecht erhalten.

Sehr wesentlich für die Servitöranlage ist auch die Verwendung kontaktloser Steuerungen durch die Anwendung von Drehmelderbrücken in Verbindung mit Stramotoren. Hierdurch wurde eine ruhige und stüßige Steuerung der Optik erreicht, während bei der bisher verwendeten Kontakt-ÖV-Steuerung die einzelnen Schritte störend in Erscheinung traten.

Der im TZA-Geber vorgesehene Schußwinkel-Folgesieger ist elektrisch entweder mit dem Schußwinkel-Rechner in der Zentrale oder den Rohren verbunden. Er orientiert also über das Ergebnis der Rechenstelle oder über die Stellung der Rohre und ersetzt somit die bisher übliche Schußwinkel-Quittungsanlage, welche als zu umfangreich

berichtet wurde, ebenfalls sind Befehlsggeber bzw. BU-Kasten und
Schaltkasten im Notfall gekommen. Auf der Brücke befindet sich
außer dem TZA lediglich noch ein Anzeige-Empfänger, welcher die
Schussrichtung und die Schußrichtung nebst Fluchtbreite angibt.

Der TZA liefert die Werte: Kurswinkel zur Verfestigung
der Seite auf der K-Komponente, den Seitenwinkel vom anderen TZA-
Gerät oder vom Entfernungsmessgerät zwecks Zielübernahme und den
Seitenwinkel von der Zentrale oder den Rohrstützen zwecks Kontrolle.
Der TZA liefert den Seitenwinkel an den Koppler und Schußwinkel-
Rechner in der Zentrale sowie an die anderen Zielstellen als auch
an die Rohrstützen. Beim Schießen ohne Zentrale wird er als Schußwin-
kel direkt an die Seite und das Zentral-Abfeuergerät übertragen.
Die Schussrichtung wird an den Schußwinkel-Rechner in der Zentrale
übertragen.

72. Winkelschuss

Ein bedeutender Schritt in der Entwicklung ist die Einführung des
Winkelschusses für die Überwasserfahrzeuge. Mittels sogenannter
GA-Stellungsorgane werden die Geradlauf-Apparate (GA) in den Torpedos
verstellt, so lange der Torpedo noch in den Anstoßrohren liegt.
Zunächst wurde nur sehr vorsichtig von dieser technischen Möglich-
keit Gebrauch gemacht. Es wurde nur ein Winkelschuss von $\pm 30^\circ$ frei-
gegeben und die GA-Verstellung dürfte nur langsam vorgenommen wer-
den, oder aber besser gesagt, die GA-Verstellung war auf einen
Dauerbetrieb, wie ihn z.B. eine Steuerung vorstellen würde, nicht
eingrichtet. Es mußten erst konstruktive Änderungen am Torpedo
vorgenommen werden, um die Leichtgängigkeit der GA-Verstellung zu
erhöhen und ein Pressen der Einstellorgane zu vermeiden. Der Schuß-
winkel setzt sich nun aus der Drehung des Rohrstützes (α_r) und der
GA-Verstellung (ϵ) zusammen, so daß ein entsprechender Schußwin-
kel-Empfänger konstruiert werden mußte. Das Drehstückerpaar, welches
den errechneten Schußwinkel empfängt, ist mit Aussenscheitern für die-
sen Wert versehen. Diesen stehen 2 Aussenscheiter gegenüber, von de-
nen der eine weiß und der andere rot ist. Der weiße Aussenscheiter
gibt die Stellung des Rohrstützes an, und ist über das Schwenk-
getriebe des Rohrstützes gekuppelt. Der rote Aussenscheiter wird von
der Summe aus Rohrstützwinkel und GA-Winkel ($\alpha_r + \epsilon$) verstellt
und gibt die endgültige Schußrichtung an, welche auch von einem
Geberpaar dem Zentral-Abfeuergerät und beim Schießen ohne Zentrale

dem FIA angeleitet wird. Der Bedienungsmann hat also den roten
Scheinwerfer in Deckung mit dem Innenscheinwerfer zu halten. Das elektro-
hydraulische Schwenkgetriebe am Rohrsatz hat den Nachteil, daß es
nicht stehen bleibt, wenn auch am Steuerhandrad die Schwenkge-
schwindigkeit Null eingestellt ist. Es besteht also die Gefahr,
daß der Rohrsatz von selbst allmählich weiterläuft und außer Schuß-
bereich kommt und somit die Schußverblockung einsetzt. Die GA-Ver-
stellung war bemacht für die Vergrößerung des Schußbereiches ge-
plant. Es bestand die Anweisung, daß die GA's so wenig wie möglich
eingesetzt werden sollten. Es wurde also zunächst versucht, ohne
Verstellung auszukommen. Erst wenn das Ende des Schußbereiches
erreicht war, wurde der vorgesehene Schalter angeseigt wurde, blieb der Rohr-
satz stehen, es wirkte magnetisch ein Kursschluß-Schieber in dem
mechanischen Getriebe betätigt wurde, welcher für den absoluten
Schluß des Rohrsatzes sorgte. Man wurden die GA's verstellt,
um auch dort ein Endlagenschalter anzuheben, daß die freigegebenen
Schüsse verfehlt waren. - Es bedeutete für die Entwicklung der Tor-
pedenrichtanlagen der Übergang zum Winkelschluß ist, so brachte
man zunächst in der angewandten Form auf den Zerstörern "36" nur
den erweiterten Schußbereich.

Die Torpedenrichtanlage

Die Torpedenrichtanlage ist ein neuer Koppler 71 to 74 aufge-
stellt. Anstelle des sehr umfangreichen ersten Gerätes in Kasten-
bau ist ein kleineres Wandgerät entstanden. Es ist der frühere
Koppler in die Konstruktion mit einbezogen, so daß unmittel-
bar die Resultate die Gegenfahrten (Gegnerfahrt und -lage) entstehen.
Das Gerät arbeitet mit direkt gesteuerten Motoren, welche den ei-
genen Kurs von der A-Komponente, die eigene Fahrt von der Fahrtmeß-
anlage, den Seitenwinkel von den Zielgeräten und die Entfernung
von den Entfernungsmessgeräten erhalten und leitet diese Werte den
auch am erwähnten Richtlinien neu entwickelten Sinus-Cosinus- und
Reibungsgetrieben zu, so daß wieder die Wegkomponenten des eigenen
Schiffes sowie des Gegners entstehen, welche auch mittels eines Zu-
satzgerätes, wie es auf dem Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz"
(vergleiche Abschnitt 8) eingebaut ist, zum Anschluß von Gefechts-
bildschreibern benutzt werden können. Neuartig an dem Koppler ist,
daß der Gegnerkurs auf einem besonderen Schreiber aufgeschrieben wird

ge durch eine Parallellinienscheibe der mittlere Kurswinkel eingestellt wird. Dieser wird einem Sinus-Cosinus-Getriebe zugeleitet, dessen Vektorlänge solange variiert wird, bis die Gegenfahrt gegeben ist. Als Kriterium hierfür dienen 2 Tangentenschreiber der Gegenkomponenten des Gegners. Der Vorteil des neuen Verfahrens liegt darin, daß der gemittelte Gegenkurs als einziger gefundener Wert für die Geschwindigkeitsermittlung und Mittlung zugrunde gelegt wird, d.h. es genügt die Beobachtung des Tangentenschreibers, welcher gerade am aktivsten ist. Bei dem ersten Koppler konnten an den beiden Tangentenschreibern zweierlei Mittlungen vorgenommen werden, welche vorher nicht zusammenpaßten und ein falsches Resultat zur Folge hatten. Bei dem neuen Verfahren fällt noch der Vorteil mit, daß das Sinus-Cosinus-Getriebe wie üblich vom Vektor aus betrieben werden kann. Durch eine Getriebeumschaltung kann dieser neue Koppler als Schnellkoppler mit dem Maßstab 1 : 25 000 und als Koppler für den Mittelkurs mit 1 : 100 000 arbeiten. Der Koppler liefert die Gegenfahrt und Gegenlage an den Torpedo-Schußwinkel-Rechner 45 zur weiteren Verarbeitung zum Schußwinkel. Bevor dieses Gerät näher betrachtet wird, muß auch der Torpedo-Feuerleitstand auf den Schußkreis "16" der Vorwurf gemacht werden, daß vor der Kopplung die Entfernung nicht geglättet worden ist.

Der Schußwinkel-Rechner

Der Schußwinkel-Rechner 71 torp 45 ist ebenfalls eine vollkommene Konstruktion. Als wesentliches Merkmal sehen wir zum ersten Mal Kurzhaken zur Verwendung. Das Gerät ist so aufgebaut, daß jederzeit die Umschaltung von dem einen Rechenverfahren auf das andere möglich ist. Der Gedankengang war, daß zunächst der Schuß vorbereitet sein sollte nach geschätzten Daten. Hierdurch sollte erreicht werden, daß die ganze Anlage schon ungefähr so stand, wie es für den Angriff zu erwarten war. Sobald man brauchbare Auswandsungswerte und Entfernungen gemessen wurden, sollte auf das Auswandsungsverfahren umgeschaltet werden. Wenn möglich, erhoffte man in kurzer Zeit auch gute Unterlagen vom Koppler her, so daß zum Schluß auf diesen als beste Lösung übergegangen werden sollte. Für die Bildung des Schußwinkels nach Schätzung wird im 2. Schuß-Rechner zunächst der eigene Kurs von der A-Komponente mit direkt gesteuertem Motor automatisch aufgenommen. Hierdurch ist die Voraussetzung für einen automatischen Lagerwinkel gegeben, auch kann am Gerät

Winkel der Gegnerkurs wie auch der Lagenwinkel eingestellt werden, je nachdem welcher Wert vorliegt. Es ist für das Verständnis der Anlage von Wichtigkeit zu beachten, daß zunächst der Schalter innerhalb des Gerätes auf "Auswanderung" steht und der Schalter am Gerät selbst auf "Kopplung". Der Lagenwinkel wird bei dieser Schaltung von eigenen Geber des Gerätes der eigenen Anzeige zugeführt. Dieser Weg wurde gewählt, um schwierige und komplizierte mechanische Umschaltgetriebe zu vermeiden. Die Skalen des Gerätes werden bei der Umschaltung von Kopplung auf Auswanderung automatisch abgedeckt bzw. freigegeben, daß die Bedienung ohne Irrtum möglich ist. Man kann sogar sagen, daß das Gerät einfacher zu bedienen als zu beschreiben ist. Die Gegnerfahrt wird nach Abschaltung der Automatik für eigene Fahrt von Hand eingestellt. Gegnerfahrt und Lagenwinkel bilden in einem Sinusgetriebe den Wert $v_g \sin \gamma$, welcher dem Wert $v_s \sin \beta$ gleichgesetzt wird. Dieser arbeitet ein direkt gesteuertes Motor solange am Vorhaltewinkel, bis in einem zweiten Sinusgetriebe der verlangte Wert erreicht ist. Wir finden hier auch ersichtlich die Einstellmöglichkeit verschiedener Torpedogeschwindigkeiten, denn auch bezüglich des Torpedos selbst hatte eine stürmische Entwicklung eingesetzt, deren besonderes Ziel der Erhöhung der Torpedogeschwindigkeit galt. Es ist noch zu erwähnen, daß das Gerät laufend den Seitenwinkel aufnimmt, welcher sowohl für den automatischen Lagenwinkel, sowie für die Parallaxe und besonders zur Bildung des Schußwinkels benötigt wird. Recht interessant ist auch die laufende Berücksichtigung der Parallaxe unter Verwendung der Kurvenkörper sowie die Errechnung der Reichweite ebenfalls mit Kurvenkörper. Das Gerät erhält für diese Werte laufend die Zeitformung, welche automatisch den einzelnen Getrieben zufließt. Die Automatik ist, wie schon angedeutet, soweit ausgebaut, daß die Bedienung des T-Schn-Ge verhältnismäßig einfach ist. Es möge noch erwähnt werden, daß von der Firma Siemens die Kurvenkörper vorerst nur für antangeordnete Werte wie Korrekturen und Reichweite verwendet wurden, während die Firma Zeiss zur gleichen Zeit einen Schußwinkel-Rechner entwickelte, welcher den Vorhaltewinkel selbst mit Kurvenkörpern errechnete.

Bei Umschaltung des Gerätes auf das Auswanderungsverfahren wird statt des Lagenwinkels der Seitenwinkel und statt der Gegnerfahrt die eigene Fahrt auf das erste Sinusgetriebe geleitet. Gleichzeitig tritt die schon vorbereitete Multiplikation in Tätigkeit und

Das Produkt aus Entfernung und Auswanderung zur Überlagerung der Fahrkomponente des eigenen Schiffes. Der so gebildete mathematische Seitenunterschied (SUg), welcher gleich $v_g \cdot \sin \gamma'$ ist, wird wie zuvor zum Vorhaltewinkel im 2. Sinus-Getriebe verarbeitet. Die Berücksichtigung und Ermittlung der Parallaxe ist wie zuvor. Die Reichweite kann allerdings beim Auswanderungsverfahren nicht ermittelt werden. Besonderes Interesse vor allem der verwendeten Multiplikationsgetriebe, welches mittels Kurvenkörper die mathematische Beziehung

$$(a + b)^2 - (a - b)^2 = 4 ab$$

erfüllt und für die vorliegende Aufgabe hinsichtlich der Berechnung geeignet ist.

Die Übertragung auf die Koppellang, wo nach dem Auswanderungsverfahren der Schalter in ein auch angeschlossen des Gerätes umgeschaltet werden muß, tritt wieder das zuerst geschilderte Rechenverfahren ein mit der Aufgabe, das nun Gegenfahrt und Lage automatisch vom Koppler übernommen werden.

Der nach Satz 3 verschiedenen Verfahren ermittelte Schußwinkel wird dem Zentralabfeuergerät und den Anzeigen an den Geschützen zugeleitet. Die Reichweite wird nur telefonisch übermittelt.

Die Streuwinkel-Rechner

Das erwähnte und bezüglich seiner Lösung recht interessante Gerät ist der Streuwinkel-Rechner, den man allerdings später wegen des Aufwandes fortgelassen hat. In der Abhandlung "Theorie der Torpedo-F Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe" ist das angewendete Rechenverfahren näher erläutert. Um nur mit geringer Genauigkeit arbeiten zu müssen, wurde ein Differentialverfahren angewendet, welches auf den U-Booten noch vollkommener durchgearbeitet ist. Bei Verwendung zweier Kurvenkörper läßt sich nämlich das auf den Zerstörern noch vorgesehene Dreiecksgetriebe ganz vermeiden. Bei der Entwicklung des Gerätes ging man davon aus, daß das Gerät mit denselben Eingangswerten auskommen müsse wie das klassische Zieldreieck, also mit Gegenfahrt und Lage. Diese werden dann auch dem Streuwinkel-Rechner von der Koppelanlage zugeführt bzw. müssen sie geschätzt werden, wenn noch keine brauchbaren Werte von der Koppelanlage vorliegen. Die ebenfalls erforderliche Entfernung wird von

dem Entfernungsmessgeräten übertragen. Man hätte den Streuwinkel leicht im Schußwinkel-Rechner ermitteln können, wo schon alle Werte hierfür automatisch vorhanden sind, wie man es bei den U-Booten gemacht hat. Der Grund für einen besonderen Streuwinkel-Rechner auf den Zerstörern ist darin zu suchen, daß die Ermittlung des Streuwinkels zeitlich später liegt als die Konstruktion der Schußwinkel-Rechner.

16. Zentral-Abfeuergerät

Einen recht hohen Aufwand stellt der Geberkasten für die Überlagerung des Schußwinkels mit dem Streuwinkel dar. Er ist nur in Verbindung mit dem Zentral-Abfeuer Gerät zu verstehen. Der Grundgedanke dieser sehr interessanten Lösung ist ein automatisch richtiges Abschossen der Torpedos ohne jedes Richten an den Rohren. Um diese Vorgänge besser verstehen zu können, werde zunächst der Einzelrechner also ohne Streuwinkel betrachtet. Der Schußwinkel z.B. 60° wird sowohl an die Rohrreitsche wie auch an das Zentral-Abfeuergerät übertragen. Der Bedienungsmann an den Rohren bringt daraufhin den Rohrreits in eine Lauerstellung; welche etwa 5° achterlich liegt, also bei unserem Beispiel etwa auf 65° . Im Zentral-Abfeuergerät ist sowohl der theoretische Sollwert von 60° wie auch die Rohrreitsstellung von 65° vollautomatisch aufgenommen worden und über ein Differential die Differenz von 5° gebildet worden, um die ein Schaltwerk ausgelenkt ist, welches exakt bei 0° den Abfeuerstromkreis schließt.

Soll nun geschossen werden, so wird die Abfeuerung freigegeben, d.h. mit Strom versehen und am Rohrreits erscheint oder ertönt ein Signal, woraufhin der Rohrreits nach vorn durchgeschwenkt wird; also von 65° über 60° nach 55° . Vom Rohrreitsgeber wird hierbei vollautomatisch die Nachsteuerung im Zentral-Abfeuergerät mitgenommen, so daß der Differenzwinkel von beispielsweise 5° nach Null Grad zu abnimmt. Sobald die Rohre sich in Schußrichtung befinden, ist die Differenz zwischen Soll- und Istwert Null und der Schuß wird automatisch vom Zentral-Abfeuergerät ausgelöst. Es wird also die Mühe des Richtens der Rohre und der damit verbundenen Ungenauigkeit vermieden. Sollte ein Fächer geschossen werden, so wurde die Richtung für den ersten Schuß durch die Überlagerung mit einem vielfachen des Streuwinkels je nach Anzahl der Schüsse in dem Differentialgebern im Streuwinkelkasten ermittelt und sowohl den

Reihen wie dem Zentral-Abfeuergerät in der Zentrale zugeleitet. Außerdem wurde der Streuwinkelwert vom Streuwinkelgeber an das Zentral-Abfeuergerät übertragen, wo automatisch die vorgesehenen Abfeuerkontakte für die einzelnen Rohre um diesen Betrag gegeneinander verspreizt wurden. Stellt man sich einen Dreierfächer bei dem errechneten Schußwinkel von 60° vor, so erhalten also die Rohre und das Zentral-Abfeuergerät automatisch bei einem Streuwinkel von 5° den Winkel 65° . Demzufolge verharrt der Rohreatz in einer Stellung bei 70° und der erste Kontakt im Zentral-Abfeuergerät hat wieder eine Differenz von 5° . Bei Schußanweisung wird der Rohreatz wieder nach vorn durchgeschwenkt, so daß bei 65° der erste Schuß fällt, da die Differenz zwischen Soll und Ist Null geworden ist. Die weiteren Schüsse fallen in Abständen von 5° also bei 60° und 55° gemäß der Spreizung der Kontakte im Zentral-Abfeuergerät. Damit der Fächer symmetrisch zur Schußrichtung bleibt, wird der errechnete Schußwinkel im Augenblick des Abschusses abgeschaltet und der Stabilisierung durch den Kurs überlassen.

Alle diese Vorgänge sind in sehr geschickter Weise im Zentral-Abfeuergerät vorgesehen, wobei die erforderliche Genauigkeit der Abfeuerkontakte durch Grob- und Feinschaltmechanismen sicher gestellt wurde.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß auf den Zerstückern des Anschlusses eines Schußwerteschreibers vorgesehen war, welcher zur Überprüfung und Auswertung der Anlage diente.

87. Entwicklungsstand 1977

Zusammenfassend sei noch einmal gesagt, daß die Torpedo-Feuereit-anlage folgende Richtlinien und Entwicklungsstufen zeigt:

1. Verlagerung der Rechengetriebe unter Deck. Über Deck werden nur die zum Beobachten und Messen des Gegners erforderlichen Organe belassen.
2. Der Richtvorgang an den Torpedo-Auspostenoren wird durch ein automatisches Abfeuergerät in der Zentrale ersetzt, welches gleichfalls die Aufgaben des früheren Fächergerätes übernimmt.
3. Starkes Vertrauen auf die elektrische Automation, indem nun die Schußrichtung vom Zentral-Abfeuergerät in der Zentrale bestimmt wird, wo sich auch der Zentral-Abfeuergeber befindet.

4. Erweiterung des Schußbereiches durch den Winkelschuß
5. Neue verbesserte und platzsparende Konstruktionen.
Verwiegende Verwendung von Leichtmetall und Kugellager.
Erstmalige Anwendung von Kurvenkörpern.
6. Berechnung des Streuwinkels.
7. Verbessertes Koppelverfahren mit Schnellkopplung.
8. Augenblicklicher Übergang vom Schußwinkel nach Schätzung
auf das Auswanderungs- und Koppelverfahren.
9. Verzicht auf die bisherigen Befehls- und Schußwinkelquittungs-
anlagen.

10. Schaltung

Die wesentlichen Schaltungen der Anlage beschränken sich auf einige Handgriffe:

| | |
|--|--|
| Seitenwinkel von | TSA-Geber Steuerbord TSA-Geber Backbord Funkmeßgerät (Meßgerät II) |
| Schußwinkel | ohne Rechenstelle mit Rechenstelle |
| Entfernung | über B-Sandler vom Funkmeßgerät von der Artillerie |
| Lagenwinkel und Fahrt | Auswanderungsverfahren nach dem Koppelverfahren |
| Abfeuerung mittels Wahlschalter in der Zentrale. | |

G. Kreuzer "Prinz Eugen" und "Seydlitz" mit Fernleitung und ferngesteuerten Rohrrätzen.

Die Torpedo-Feuerleitanlage auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" zeigt wieder einige wesentliche Neuerungen. Die Entwicklung fällt etwa in das Jahr 1938. Eine Übersicht über die Anlage gibt die beigelegte Zeichnung 84-Bb 19.

G1. Stabilisierter TSA-Geber

Da ist zunächst der GZA 2 zu erwähnen, welcher sehr schnell der Erstkonstruktion des Torpedo-Ziel- und Auswanderungs-Gebers gefolgt ist. Der entscheidende Grund für diese Zweitkonstruktion war die Stabilisierung der Optik auch der Höhe nach. Es mag zu-

nicht verwundern, warum die Torpedowaffe eine Stabilisierung der Optik einführt, wo doch der Torpedo ohne Aufsatz geschossen wird. Und doch ist die Stabilisierung der Optik um den Kippwinkel außerordentlich wertvoll und es spricht bei diesem Entschluß schon wesentlich die verliegende Erfahrung aus der Praxis mit. Es hatte sich gezeigt, daß gerade der Bedienung der Optik besondere Sorgfalt angewendet werden muß. Im Kriegsfall muß die Optik vom Aussehen des Schiffes ab unabhängig bei jedem Wetter bedient werden, Tag und Nacht und bei jedem Seegang muß das Gerät besetzt sein. Es leuchtet ein, daß es da eine große Erleichterung ist, wenn der Zielführer nicht dauernd die Schiffsschwankungen von Hand ausgleichen muß. Aber es handelt sich nicht nur um eine Bedienungs-erleichterung, sondern um eine zwingende Notwendigkeit. Wenn nachts der Gegner gesucht wird - und es ist gerade die Eigenart der Torpedos, den Nachtangriff zu bevorzugen - so muß mit der Optik der Horizont abgesucht werden. Bei einer stabilisierten Optik ist das ein leichtes, da bei einem Rundblick mit Sicherheit der Horizont abgesucht werden ist. Ist die Optik jedoch nicht stabilisiert und der Horizont bei Dunkelheit nur schwer mit dem Auge zu erkennen, so besteht wenig Aussicht, einen Gegner aufzufinden, da statt des Horizonts der Himmel oder das Wasser in Schiffnähe betrachtet wird.

Bei der Stabilisierung der Optik bestehen grundsätzlich die zwei Möglichkeiten entweder die zugehörige Kreiselanordnung im Zielgerät unterzubringen oder die Optik von einer in der Zentrale aufgestellten Kreiselanordnung fern zu steuern. Es wurde die Fernsteuerung angewendet, um das Zielgerät klein zu halten, um die Kreisel an geschützter Stelle im Schiff aufstellen zu können und weil die Kreiselanordnung gleichzeitig anderen Zwecken dienen konnte. Der TZA 2 erhält also lediglich den Kippwinkel von ToWa und eine Stromsteuerung übernimmt die Stabilisierung. Hierbei ist ein Korrekturhandrad für Kippwinkel an TZA vorgesehen, um bei nahen Zielen und U-Booten die Aufstellungshöhe des Gerätes berücksichtigen zu können. Dieses Kippwinkelhandrädchen ist mit einer Anzeige versehen, wo auch als Gegenzeiger der ferngesteuerte Kippwinkel erkennbar ist. Wird durch die Optik der Horizont im Fadenkreuz beobachtet, so müssen die Zeiger dieser Anzeige in Deckung stehen; sie dienen also als Horizontprüfer und geben Aufschluß darüber, ob die Kreiselanordnung in der Zentrale richtig arbeitet. Sollte das nicht

dem Fall sein, so weiß der Torpedo-Offizier, daß auch die Krümmungskorrektur, von der noch die Rede sein wird, nicht in Ordnung sein kann und wird solange auf diese Zielrichtung versichtet, bis der Meissentprüfer wieder messbare Werte ansieht.

Neben der Stabilisierung für die Höhe ist auch eine verbesserte Kursstabilisierung der Seite vorgesehen. Es handelt sich hier um die Krümmungskorrektur der Seite, welche nur im Zusammenhang mit den Krümmungen der Schiffsbewegungen, wie sie in der Abhandlung "Leistung der Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe" beschrieben ist, verstanden werden. Tatsache ist, daß bei einem im Vorwärtsgang befindlichen Schiff ständig vor- und rückwärts gehende Auslenkungen am Seitenwinkel vorgenommen werden müssen, wenn das Ziel im Fadenkreuz gehalten werden soll. Diese Werte betragen aber so kleinen Bruchteile und sind bei der Bedienung sehr störend, beschwerlich, wenn es sich um die Ermittlung der Auslenkung handelt.

Die TIA 2 ermittelt daher über den Krümmungswert (Tonn) in der Zentrale den um den Seitenwinkel-Krümmungswert verbesserten Kurswinkel $(\alpha + \beta - \gamma)$. Der Richtvorgang an TIA 2 ist damit von allen Schiffsbewegungen befreit und kann so ruhig wie bei einem mit Land aufgestellten Gerät durchgeführt werden.

Die anderen Einrichtungen in TIA-Gebern sind die gleichen wie früher geblieben; es ist lediglich für den Seitenwinkel und Seitenwinkel zu ein Schema vorgesehen worden. Der TIA 2, welcher mit dem Kreuzer "Friedrich Eugen" und "Bayer" auf der Strecke Hamburg und Brest und auf der anderen Meeresseite Stockholm und Göteborg ist, erhält den Krümmungswert und den um die Krümmungskorrektur verbesserten Kurswinkel von Tonn. Das Gerät liefert die Auslenkung an den Seitenwinkelrechner, den Seitenwinkel an das Krümmungsgerät (Tonn) und zur Zielübernahme an die anderen TIA-Geber und die Entfernungsmesser. Gleichfalls erhält das Gerät von diesen Stellen den Seitenwinkel zwecks Zielübernahme. Der Seitenwinkel wird entweder direkt an die Torpedo-Leitlinie oder an die Recheneinrichtung übertragen. Die Verarbeitung des Seitenwinkels in der Zentrale in Verbindung mit Seitenwinkel-Rechner und Zentral-Abkennungsgestalt wird noch besonders behandelt. Die Seitenwinkel-Abpfeiler in den TIA-Gebern dienen zur Überprüfung der Anlage und können beim direkten Schuss ohne Zentrale die Schussrichtung erhalten, beim Arbeiten mit der Zentrale erhalten sie den dort errechneten Seitenwinkel, so daß das

Torpedo-Offizier auf der Zielstelle sich ein Urteil durch Vergleich mit dem nach seiner Schätzung im TZA ermittelten Schußwinkel bilden kann. Dieser Gesichtspunkt ist immer sehr betont worden, denn es besteht eine Abneigung gegen einen Torpedoschuß, den man nicht durch eine überschlägliche Rechnung überprüft hat. Es spielt hier wohl der hohe Aufwand eines Torpedoschusses und die große Gefahr, welche mit einem falschen Torpedoschuß in die eigenen Reihen verbunden ist, eine Rolle. In diesem Zusammenhang muß auch betont werden, daß ein erheblicher Unterschied gegenüber der Artillerie besteht. Bei der Artillerie ist das zuverlässigste Meßgerät das Geschütz selbst, indem man sich nach den ersten tastenden Schüssen einschießen kann. Bei der Torpedowaffe ist jedoch jede Folgarung aus einem Schuss für den nächsten Schuss unmöglich, es muß daher jeder Schuss mit großer Sorgfalt vorbereitet und die Ungenauigkeiten der Unterlagen durch einen Füherschuss ausgeglichen werden. Die Artillerie und der Torpedo sind zwei so grundverschiedene Waffen, daß sie wohl kaum auch eine gemeinsame Feuerleitanlage befriedigen können, wie schon so oft versucht worden ist. Gerade bei der Feuerleitanlage auf "Prinz Eugen" und "Seydlitz" finden sich viele gegenseitige Beeinflussungen der Entwicklung, wie z.B. die Mehrrechnersteuerung und der große Torpedo-Schußwinkel-Rechner 71 torp 52. Es würde aber zu weit führen, auf diese Beziehungen hier näher eingehen zu wollen. Immerhin hat der Grundgedanke eines gemeinsamen Zielgerätes und gemeinsamer Ortung viel für sich. Eine derartige Entwicklung kann jedoch nie von der Artillerie aus oder von der Torpedowaffe aus eingeleitet werden, sondern muß von einer übergeordneten Stelle geleitet werden.

Neben den TZA-Gebern ist ein Anzeige-Empfänger (71 empf 16a) angeordnet, welcher die Entfernung, die Reichweite, den Vorhalteeinkel als Differenz zwischen Schußwinkel und Seitenwinkel sowie die Schußrichtung mit Übersicht über den Füherschuss und der damit verbundenen Streubreite anzeigt. Auf die Befehlsgäber und Schußwinkelquittungsgeber sowie auf die BU-Kästen und Wahlschalter ist vollkommen an den Zielstellen versichtet worden. Die Abfeueranlage ist in die Zentrale verlegt worden, wo sich der Zentral-Wahlschalter und das Zentral-Abfeuergerät befinden. Nur die Auslösung der Abfeuerung ist noch bei den Zielgeräten geblieben, wo entsprechende Abfeuerkontakte vorgesehen sind. Zur Übersicht über die Gefechtslage und zur Orientierung der Schiffsführung sind über Deck einige

Zeichnungszeichner (TGBZ) geplant, welche vom Koppler in der Fernsteuerung ferngesteuert werden. Man hat hier gegenüber früheren Anlagen die Grob-Fein-Übertragung vorgesehen, so daß ein besonderer Fernsteuergeber entfällt.

Im nächsten Stand ist die Aufstellung eines ZAM (Auswande-Zielfinder) geplant. Das Gerät soll ausser der Auswanderung auch die Fein-Zielung im Horizontsystem liefern. Zur Horizontierung ist wieder die Verbindung mit der ZC-Komponente mit den Werten Schlingern und Zuckern vorgesehen.

Man hat heute die Frage verlegt, warum ist die Entwicklung der Fernsteuerung gegeben worden, so daß als Zielgerät nur der TZA ge-plant ist. Es lassen sich 2 Gründe anführen. Einmal ist das Auswande-Zielfinder wegen der ungenauen Ergebnisse verlassen worden. Zum anderen hat der TZA-Geber den unbestreitbaren Vorteil, daß er auch bei Ausfall aller Automatik immer noch als Zielskule benutzt werden kann, während der ZAM bei Ausfall der Kreiselspannung der elektrischen Übertragungen wertlos wird. Man kann hieraus die Erkenntnis für weitere Entwicklungen ableiten, daß für die Fernsteuerung immer der primitive Handbetrieb als letzte Reserve vorhanden bleiben muß. Wie können eine ähnliche Entwicklung bei der Torpedo-Rohrleitung beobachtet werden, welche vorübergehend auf elektrische Fernsteuerung umgestellt werden, um dann doch wieder auf die elektro-hydraulische Hydramaschinensteuerung ausgerüstet zu werden.

Im Torpedo "Prima Naga" und "Daydlight" wurde die elektrische Fernsteuerung an den Rohrläuf von dem Gedanken ausgehend eingeführt, daß nur ein stabilisierter Rohrlauf einen guten Torpedoschuß ermöglicht. Es hatte sich nämlich bei den bisherigen Fächerschüssen eine Unsymmetrie bemerkbar gemacht, welche man sich anfangs nicht erklären konnte. Man untersuchte den Einfluß der Krümmung und errechnete, daß bei Schlingewinkeln von 30° und Stampfwinkeln von 10° bis zu 7° Krümmungsfehler auftreten können; bei 15° Schlingewinkel und 5° Stampfwinkel ergaben sich immer noch etwa 2° Krümmungsfehler. Diese Werte sind so groß - man hoffte mit einer Genauigkeit von etwa $0,1^\circ$ zu schießen - daß sie unbedingt berücksichtigt werden mußten. Es wurde ein Krümmungsgerät, der Towa (Torpedo-Wandler), entwickelt, welcher den in Schiffssystem gemessenen Seitenwinkel der TZA-Geber in einen Seitenwinkel im Horizont-

system umwandelte und andererseits den Schußwinkel im Horizontsystem in einem Schußwinkel im Schiffssystem umwandelte, da ja die Torpedo-Anstoßrohre im Schiffssystem gelagert sind. Zum Unterschied erhielten die Horizontwerte einen Strich (ω' = Seitenwinkel im Horizontsystem), während die ungestrichenen Werte im Schiffssystem galten (ω = Seitenwinkel im Schiffssystem).

42. Stabilisierte Rohrsätze

Es hätte an und für sich genügt, die GA-Einstellung zu stabilisieren, doch fand man hierfür erst später eine brauchbare Lösung. Auch waren die Geradlaufapparate wie schon erwähnt noch nicht für eine ständige Verstellung freigegeben. Da man vor der Schwierigkeit stand, daß die Drehung der Rohrsätze im Schiffssystem erfolgt, während die GA-Verstellung sich im Horizontsystem auswirkt, verzichtete man zunächst ganz auf den Winkelschutz. Infolge der Krängungskorrektur müssen die schweren Rohrsätze scheinbar immer hin und her geschwenkt werden. In Wirklichkeit liegen jedoch die Verhältnisse so, daß sich nur das Schiff infolge der Krängung ständig unter den Rohren hin und her bewegt. Ein Flugszeug würde den Eindruck haben, daß ein stabilisierter Rohrsatz ruhig steht, während das Schiff Drehbewegungen ausführt. Es ist also beim Stabilisieren der Rohrsätze nur die Reibung der Lagerung und nicht die Beschleunigung der Massen zu überwinden. Es reichte denn auch ein verhältnismäßig kleiner Steuermotor für die elektrische Fernsteuerung der Rohrsätze aus.

Für die Rohrsatz-Fernsteuerung wurde eine TSC-Steuerung (Tachometer-Stromer-Generator-Steuerung) verwendet, welche von einem Drehmelder im Towa als Geberbrücke und von einem Drehmelder an dem Rohrsatzschwenkgetriebe als Empfängerbrücke gesteuert wurde. Ein besonderer Anzeige-Empfänger gestattet eine Handmaschinen-Steuerung mittels eines Potentiometers wie es der bisherigen Handmaschinen-Steuerung entsprach. Demzufolge waren die Schaltstellungen "Aus", "Automatik" und "Handmaschine" vorgesehen. Die elektrische Steuerung brachte es mit sich, daß die selbstsperrende Schnecke im Rohrsatzantrieb durch eine nichtsperrende Schnecke bzw. Stirnradgetriebe ersetzt werden mußte, da der Steuermotor auch stark verzögernd wirken konnte, was bei einer selbstsperrenden Schnecke zwangsläufig zu einer Sperrung des Getriebes bei starker Überbeanspruchung führte. Für den Stillstand des Rohrsatzes wurde eine elektro-

magnetische Bremsen eingebaut. Der Fortfall der selbstperrrenden Schnecke machte für den rein mechanischen Handantrieb die Entwicklung besonderer Selbsthemmer recht interessanter Konstruktion erforderlich. Für die Endlagen des Rohrsatzes mußten besondere Schalter eingebaut werden. Die jeweilige Stellung des Rohrsatzes kann durch ein Bremspaar an die TZA und das Zentral-Abfeuergerät übertragen werden. Es ist hier ein recht kompliziertes Verfahren zur Anwendung gekommen, von dem noch die Rede sein wird.

Besonders ist, dass die Apparaturen am Rohrsatz in einer sogenannten Kugelkassette verpackt sind, welche auch ein Dreieckgetriebe zur Einstellung des Vorhaltswinkels enthält und die Optik trägt. Es ist damit erstmalig der sehr exponierte Rohrzielapparat nicht zur Anwendung gekommen.

Bei der die Einzelheiten der Geräte in der Rechenstelle eingegangen sind, möge die Abfeuranlage erläutert werden. Der Schußwinkel kann mit Schalter 9 entweder von dem TZA-Geber, von dem Schußwinkel-Rechner oder gesteuert von Werra genommen werden. Er wird über einen Diff-Geber in Streuwinkel-Rechner geleitet, wo er gemäß dem vom Wahlschalter gewählten Flächenmaß mit einem vielfachen des Streuwinkels ($\Delta Q'$) versehen wird.

Die so gebildete Richtung für den ersten Schuß, welche bei Benutzung des Schußwinkel-Rechners ein reiner Horizontwert ($Q' + \Delta Q'$) ist, wird dem Krümmungsgerät zur Umwandlung in den Schiffswert ($Q + \Delta Q$) angeführt. Man wird dieser Wert über den Schalter 9, wo die Möglichkeit besteht, bei Ausfall des Krümmungsgerätes dieses zu übertragen, an die Fernsteuerung der Rohrsätze und den Schalter 15 übertragen. Die Rohrsätze nehmen also die Stellung $Q + \Delta Q$ ein. Der Schalter 15 steht bei vollautomatischem Betrieb in der geschilderten Stellung, so daß dort der Schußwinkel ($Q + \Delta Q$) zunächst nicht weitergeleitet wird.

Im Streuwinkel-Rechner befindet sich außer dem bereits erwähnten Diff-Geber noch ein weiteres Geberpaar. Dieses wird von einem Differential angetrieben, welches einerseits den Streuwinkel erhält und zum anderen von einem Steuermotor betätigt wird. Dieser Steuermotor kann entweder auf Null stehen oder gemäß eines vom Streuwinkel verstellten Potentiometers mit einer dem Streuwinkel proportionalen Geschwindigkeit laufen. Es sei zugleich erwähnt, daß der soeben beschriebene Steuermotor auch auf den Diffgeber über ein

Differential einwirkt. Der mit Schusswinkelgeschwindigkeit ($\dot{\psi}$) bezeichnete Geber steht zunächst auf dem Wert des Streuwinkels (ψ) und wird an das Zentral-Abfeuergerät übertragen. Dieses Gerät erhält ausserdem von einem Nullgeber über Schalter 19 den Wert Null, so daß die Kontakte, welche um den Streuwinkel ψ gespreizt sind, zunächst um den Streuwinkel ausgelenkt sind.

Im Augenblick des Abschusses fällt sofort der erste Schuss. Man verläßt sich also auf die Rohrstrahlfernsteuerung und benutzt nicht das Zentral-Abfeuergerät zur Auslösung des Schusses in der richtigen Richtung. Man tut dies, weil man sich sagte, warum soll die Kontaktwalze direkte Motorsteuerung in dem Zentral-Abfeuergerät besser als die vernehmte RAG-Steuerung an den Rohrstrahlen sein. Mit dem ersten Schuss wird gleichzeitig der $\dot{\psi}$ -Motor im Streuwinkel-Mechanismus auf das um den Streuwinkel ausgelenkte Potentiometer geschaltet, so daß sowohl der $\dot{\psi}$ -Geber wie auch der Diff-Geber geschaltet werden. Da an RAG-Geber über dem Rohr die Rohre hängen, beschleunigen diese mit der von $\dot{\psi}$ -Motor aufgegebenen Geschwindigkeit nach. Gleichzeitig wird über den $\dot{\psi}$ -Geber die Kontaktwalze im Zentral-Abfeuergerät mit derselben Geschwindigkeit gedreht, so daß letzten Endes die Schüsse um den Streuwinkel versetzt fallen. Dieses gilt wohlgenutzt im Horizontsystem! Würde man die Winkel am Rohrstrahl bei Bewegung nachmessen, so würde infolge der Krümmungskorrektur etwas anderes herauskommen. Es ist also alles in bester Ordnung und die Schüsse fallen auch in etwa gleichen Zeitabständen wie gewünscht.

Beim Einzelschuss werden Schalter 18 und 19 so umgeschaltet, daß im Zentral-Abfeuergerät die Steuerungen für Soll- und Istwert beide die gleiche Rohrrichtung erhalten, womit die Kontaktwalze auf Null stehen bleibt.

Wird am Rohrstrahl mit der Handmaschinen-Steuerung gearbeitet, so werden die Schalter 18 und 19 so geschaltet, daß der Wert $Q + \Delta Q$ als Sollwert und der Wert Q_r als Istwert dem Zentralabfeuergerät zufließt. Der Rohrstrahl verbleibt in einer Wartestellung und schwenkt im Augenblick der Schussfreigabe durch, wodurch vom Zentral-Abfeuergerät die Schüsse richtig gelöst werden. Es ist in diesem Fall natürlich die Krümmungskorrektur nicht berücksichtigt worden.

In diesen gesehen, ist die Abfeuerunganlage auf Kreuzer "Prinz Regent" und "Reydlitz" so kompliziert, daß sie bei späteren Anlagen vorgezogen wurde. Sie hat nur noch geschichtliche Bedeutung.

Als Koppler ist der bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnte Koppler 71 to 74 verwendet worden, wobei ein Zusatzgerät mit dem arithmetischen Gebern zum Anschluß der Gefechtsbildzeichner (75) vorgesehen ist. Hierbei ist auch ein weiteres Sinus-Cosinus-Verfahren zur Bildung der Wegkomponenten für ein Artillerieziel vorgesehen worden.

Die Zielvorgabe

Bei der Einführung der Krüggungskorrektur für die Torpedo-Feuereit-ung wurden sehr grundlegende Betrachtungen angestellt, welche die Zielvorgabe für die Artillerie gaben. So mußte zunächst die Zielvorgabe definiert werden. Die einfache Definition als Winkel zwischen Schiffsachse und Nordrichtung genügt nicht mehr. Es kommt hinzu, daß die Schiffsachse senkrecht zum Horizont oder senkrecht zur Projektion in die Horizontebene projiziert wird. Man entschloß sich, sich nicht auf die Kompaßanführung zur Projektion senkrecht zum Horizont zu verlassen. Die A-Komponente muß also richtig aufgestellt werden! Die Einstellung der Schiffsachse in Horizontwerte und umgekehrt wurde für die Betriebe verwendet, wie sie bereits von der Artillerie bekannt waren. Auch hier mußte auf richtige Projektion, beim Seitenwinkel senkrecht zum Deck und beim Schußwinkel senkrecht zum Horizont, geachtet werden. Es handelt sich da um die richtige Einstellung gewissen Kalibersystemen. Ansonsten ist die Aufstellung der Werte beliebig, da keine Kreisel in ihm untergebracht sind; hingegen ist die Aufstellung der zugehörigen BC-Komponente, welche die Werte Schlingern und Stampfen (χ und σ) liefert, schiffsgelunden.

Der Zielwert und der Schußwertwandler sind im Aufbau völlig gleich, sie sind lediglich um 90° gegeneinander verjustiert. Der Zielwertwandler macht aus dem Seitenwinkel im Schiffssystem einen Seitenwinkel im Horizontsystem, welcher für die Kopplung und die Schußwinkelerrechnung benötigt wird. Als wesentliches Teilergebnis wird der Differenzwert zwischen diesen beiden verschiedenen systemigen Seitenwinkeln ($\omega - \omega'$), die sogenannte Seitenwinkel-Krüggungskorrektur abgenommen und nach Überlagerung mit dem Kurzwinkel zur Stabilisie-

zung der TZA benutzt. Es ist hierbei noch eine geschwindigkeitsproportionale Korrektur über einen Drehtrafo zur Vermeidung eines geschwindigkeitsproportionalen Schleppfehlers vorgesehen. Als weiteres Resultat wird vom Zielwertwandler der Kippwinkel zur Stabilisierung der TZA-Geber-Optiken der Höhe nach entnommen.

Statt den Schußwinkel durch eine gute Mittlung der Gegnordaten zu berechnen und zum Schluß einen automatischen Glätter unter Verwendung von Radrätgetrieben zu verwenden, ist in Towa eine recht primitive Vorhaltewinkelglättung angeordnet, welche den Wertefluß überreißt und von der Geschicklichkeit eines Bedienungsmannes abhängig macht. Ein mit einer Schwungmasse versehenes Handrad wird dazu benutzt, um den Vorhaltewinkel in Deckung mit dem aus der Differenz von Seitenwinkel und Schußwinkel gebildeten Vorhaltewinkel zu halten. Dieser geglättete Vorhaltewinkel wird mit dem Seitenwinkel zum geglätteten Schußwinkel (Q'_g) zusammengesetzt.

In Schußwert-Wandler wird der Schußwinkel im Horizontsystem in den am Rohreits bedingten Schußwinkel im Schiffssystem umgewandelt.

Die Rücksicht auf die Dynamik der Krümmungswerte sind in Towa durch Strenktorsteuerungen vorgesehen worden, während die anderen Rechengänge mit kontaktgesteuerten Motoren auskommen, da es sich dort meist nur um statische Werte handelt.

64. Schußwinkel-Rechner

Der Schußwinkel-Rechner (71 torp 52) ist das größte und vollkommenste Gerät seiner Art, das leider nur in sehr geringen Stückzahlen zur Ausführung gekommen ist, da man den hohen Aufwand scheute. Das wesentliche Merkmal des Gerätes ist die Darstellung der Werte in Bezug auf den Feilstrahl. Die Vorderfront des Gerätes wird von 3 Vektoren beherrscht, welche in Größe und Richtung dem eigenen Schiff (ω, v_g), dem Torpedo (β) und dem Gegner (γ, v_g) entsprechen. Hierdurch kann die Bedienung sich stets ein Bild von den Vorgängen machen und schnell erkennen, wo etwas nicht stimmt, was nur bei Betrachtung der vielen Skalen auf dem Drehmeldern nicht möglich ist. Ein weiterer wesentlicher Grundgedanke ist die Mittlung. Diese wird bezüglich der Entfernung an einem besonderen Schreiber vorgenommen, welcher im unteren Teil des Gerätes eingebaut ist. Vollkommen neuartig ist die Mittlung

der Gegner-Vektor. Ein Fadenkreuz zeigt die gekoppelten Werte an und es kann von Hand die Zeigerspitze des Gegner-Vektors mit diesem Fadenkreuz in Deckung gebracht werden, wobei Gegnerkurs und Gegnerfahrt als berechnete Werte gewonnen werden. Mit diesem Verfahren ist nun die einzig richtige Stelle zur Mittlung für die Torpedofahrt erfasst, denn es ist sowieso die Bedingung eines jeden Torpedos, daß die Werte Gegnerkurs und Gegnerfahrt während des Torpedolaufes konstant sind.

Die verschiedenen Einzelheiten des Gerätes können in diesen Übersichten nicht erläutert werden. Es kann nur in großen Zügen gesagt werden, welche Werte verarbeitet werden. Hierbei sei gleich auf den grundsätzlichen Nachteil des Gerätes hingewiesen, welcher durch die teilweise durch Diff-Empfänger bereinigt wurde; es fehlt dem Gerät der eigene Kurs. Mit direkt-kontaktgesteuerten Motoren werden der eigene Kurs (ψ_g), der Seitenwinkel (ω'), die Auswanderung (ω), der Lagenwinkel (γ), die Gegnerfahrt (ψ_g) und mit Hilfe des besonderen Bahreißers die Entfernungen (e_1 bis e_4) eingegeben. Das Verhältnis der Lagenwinkelübertragung muß noch gegeben werden, daß wenn der Lagenwinkel vom Koppler kommt, dieser bei sich dem Befehlsbild entsprechend automatisch ändernder Winkel ist, so daß der andere Zweig des Differential-Gebers mit dem Koppler an einem Nullgeber angeschlossen werden kann. Liefert der Koppler noch keinen Lagenwinkel, so muß dieser von Hand eingestellt werden, wobei ein Gang-Getriebe, welches die Auswanderung integriert für die Automatisierung sorgt. Fällt die Auswanderung aus, so muß der Gegnerkurs an den besonderen Widerstand eingestellt werden, wo ein Diff-Geber durch Überlagerung mit dem Seitenwinkel den Wert $\omega' + \psi_g$ bildet und dem Diff-Empfänger in T Schu-Ke mündet, der andererseits den Kurswinkel φ_e erhält, so daß letzten Endes der automatische Lagenwinkel ($\gamma' = \omega' \pm \psi_g \pm \varphi_e$) gebildet wird. Diese Lösung wurde damals schon als Nachteil erkannt und man bedauerte, daß man nicht den eigenen Kurs in die Konstruktion des T Schu-Ke einbezogen hatte.

Für die Auswertung der Auswanderung zum Vorhaltewinkel wird wieder das Multiplikationsgetriebe nach dem Rechenverfahren $(a+b)^2 - (a-b)^2 = 4ab$ verwendet. Die Parallaxe und die Reichweite werden mit Kurvenkörpern errechnet.

Das Gerät liefert den Schußwinkel im Horizontsystem (Q'), wenn ihm der Seitenwinkel im Horizontsystem (ω') zufließt, die gemittelte Entfernung (e_m) und die Reichweite ($e_{max} - e_m$). Der Seitenwinkelgeber ist nur aus Gründen der Drehmolderbelastung vorgesehen. Die Geber für Lagenwinkel und Gegenfahrt wären nicht erforderlich, gäbe es, wenn man den Streuwinkel-Rechner in die Konstruktion einbauen hätte, wie es bei den U-Booten der Fall ist.

65. Streuwinkel-Rechner

Sie können hiermit nun Streuwinkel-Rechner selbst. Es ist dieselbe Konstruktion wie zuvor, neuartig ist lediglich der Geberkasten. Statt des vielen Geber für die verschiedenen Fächermöglichkeiten ist eine Steuerung vorgesehen, welche auf verschiedene Kontakte der Fächerwahl umgeschaltet werden kann; es entsteht so mit 10 verschiedenen Schreiverte. Mit Standard vorhandene Geschwindigkeit-Steuerung (Q) wird ebenfalls in Verbindung mit der Steuerung und dem Zentral-Ablesegerät verbunden.

66. Schreiberschreiber

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" ein Schußwerteschreiber zur Auswertung der Anlage vorgesehen war. Dieses Gerät enthält für fast alle Werte Auslage-Empfänger und wird laufend gefüllt. Die Auswertung ist recht mühselig. Man plante daher die Entwicklung von Schreibern, da es jedoch nicht gekommen ist. Es wurden lediglich Ansätze zu einem Anlagenprüfer gemacht, bei dem mittels Kurvenzeichner ein Gefechtsbild ablaufen sollte, das auf die Anlage geschaltet werden sollte, wobei das Resultat der Anlage in Vergleich zu dem vorberechneten des Prüfergerätes gebracht werden sollte. Während der Schußwerteschreiber mehr der Forschung dient, sollte mit dem Prüfergerät die schnelle Überprüfung einer Anlage bezüglich ihres ordnungsgemäßen Zustandes möglich gemacht werden.

67. Ausführung

Bei der Konstruktion der Torpedo-Feuerleitanlage auf den Kreuzern "Prinz Eugen" und "Seydlitz" ist wieder in erhöhtem Maße Leichtmetall verwendet worden, das meist durch eloxieren gegen Verwitterung geschützt wurde. Selbst die Kurvenkörper wurden aus Hydronalium

500

abgestellt. Als Lagerung wurden durchweg Kugellager verwendet, wobei bei den TZA-Gebern zur Lagerung des ganzen Getriebes besondere Kugellager in Verbindung mit Nadellagern verwendet wurden. Als diese später nicht mehr geliefert bekam, bewährten sich einstellbare Kugellager. Die über Deck aufgestellten Geräte wurden nachträglich mit elektrischer Heizung versehen, um die Betriebssicherheit der Getriebe aufrecht zu erhalten. Die Beleuchtung wurde durch Übergang auf kleine 6 Volt-Lampen und Anbringung von Schutzvorrichtungen günstiger gestaltet.

Die wesentlichen Bestandteile der komplizierten Schaltanlage sind die in dem beigefügten Wirkungsplan nummeriert und dienen jeweils folgenden Zwecken:

Der Schalter 1

wird entweder der Lagerwinkel vom Koppler oder der Kurswinkel von der A-Komponente auf den Schußwinkel-Rechner geschaltet. Der Schalter ist vorgesehen, um bei Ausfall des Kopplers oder falls dieser noch keine brauchbaren Werte liefert mittels des Komparators- und Nullgebers einen Lagerwinkel einstellen zu können.

Der Schalter 2

schaltet die verschiedenen Auswanderungen auf den Schußwinkel-Rechner (vom TZA, von einem der vorderen TZA oder vom achteren TZA).

Der Schalter 3

wird bei Ausfall des Krümmungsgerätes betätigt so daß der Schußwinkel im Horizontalsystem ($q' + \Delta q'$) ohne Umwandlung in das Schiffssystem an die Rohre und das Zentral-Abfeuergerät geht.

Der Schalter 4

schaltet bei Ausfall der Zentrale den vom T Schuß-Re kommenden Seitenwinkel zur Anzeige in den Anzeige-Empfängern auf dem Seitenwinkel des TZA um.

Der Schalter 5

schaltet die verschiedenen Schußwinkel (q' vom T Schuß-Re, q vom TZA, q_r vom Rohrsatz) auf die Schußwinkel-Quittung im TZA. Er wird bei Ausfall der Zentrale gebraucht.

- Der Schalter 6 schaltet entweder den Schußwinkel der Zentrale oder den eines TZA auf einen Anzeige-empfänger. Er wird bei Ausfall der Zentrale umgeschaltet.
- Der Schalter 7 stellt bei Ausfall der Zentrale die direkte Schußwinkelverbindung zwischen TZA und Rohrsatz her.
- Der Schalter 8 führt dem Rohrsatz entweder den Schußwinkel aus der Zentrale oder von einem der TZA zu. Er wird bei Ausfall der Rechenstelle gebraucht.
- Der Schalter 9 liefert die verschiedenen Schußwinkel (Q' von T Schu-Re, Q vom achteren TZA, Q vom vorderen TZA, Q' vom Towa) an den Diff-Geber im T Streu-Re. Er muß entsprechend dem Schießverfahren betätigt werden.
- Der Schalter 10 schaltet die Gegenfahrt (v_g vom Koppler, v_g vom T Schu-Re) auf den T Streu-Re. Er wird betätigt, wenn der Koppler noch keine Werte liefert.
- Der Schalter 11 schaltet den Lagenwinkel (γ vom Koppler, γ vom T Schu-Re) auf den T Streu-Re. Er wird gebraucht, falls der Koppler keine Werte liefert.
- Der Schalter 12 schaltet die Entfernung (e vom Funkmeßgerät, e von der Artillerie-Anlage, e von der Flak-Anlage, e von dem TEm-Stand) auf den T Schu-Re. Es handelt sich hier um den Grobwert, für den nur ein Empfänger vorgesehen ist.
- Der Schalter 13 schaltet die Rohrsatzstellung (Q_r) auf die Zentrale oder auf die Quittung im TZA. Schießen mit oder ohne Zentrale.
- Der Schalter 14 schaltet den Kippwinkel (λ) vom Towa auf den vorderen oder achteren TZA. Es sei hier erwähnt, daß der Kippwinkel, immer nur auf den TZA geschaltet werden darf, dessen Seitenwinkel auf dem Towa geschaltet ist.

Der Schalter 17

schaltet die Seitenwinkel (ω von vorderen TZA, ω von hinteren TZA, ω vom Funkmeßgerät) auf den Tona.

Der Schalter 18

schaltet den Seitenwinkel des vorderen oder hinteren TZA auf die Anlage.

Der Schalter 19

schaltet die Seitenwinkel (ω von den TZA über Schalter 16, ω vom Tona, ω vom Funkmeßgerät) auf den T. Schalter.

Der Schalter 20

bestimmt die Art der Schußabgabe. Es wird beim vollautomatischen Fichterschuß die Schwenkgeschwindigkeit (Q) auf den Sockel und bei vollautomatischem Fichterschuß die Drehgeschwindigkeit (Q) und bei Handmanövriersteuerung der Rohrleitung der berechnete Schwenkwinkel ($Q' + \Delta Q'$ bzw. $Q' + \Delta Q'$ nach Schalterstellung 3) geschaltet.

Der Schalter 21

bestimmt die Kommandoart der Rohre den Wert Q von Sockel- und Ball-Sockel und bei Handmanövriersteuerung die Rohrschwenkung (Q) auf den Sockel.

Der Schalter 22

schaltet entweder den Hallgeber oder den über den Hallgeber des Magnetkardes kommenden Wert ($\omega \pm \psi_0$) auf den T. Schalter, Ausfall der Kapplere.

Der Schalter 23

schaltet die Seitenwinkel (ω von hinteren TZA, ω von vorderen TZA, ω vom T. Schalter, ω von der Artillerie) auf den Entfernungsmesser.

Der Schalter 24

schaltet die Entfernung (e von Entfernungsmesser, e vom T. Schalter, e von der Artillerie, e vom Funkmeßgerät) auf die Anzeige-Empfänger und den Streckenabnehmer.

Der Schalter 25

schaltet die Entfernung (wie Schalter 24) auf den Koppler.

Der Schalter 26

schaltet das Torpedo- oder Artillerieziel auf die Gefechtsbildzeichner.

gehalten dem Seitenwinkel (ω' vom TÄM, ω vom
schieren TÄA, ω vom vorderen TÄA, ω' vom
F. Sahn-He, ω vom Funkmessgerät) auf den Koppler.

behält den Seitenwinkel wie Schalter 4
(ω von FZ, ω' von T Roha-Re) auf den Anzeige-
schalter.

3. Schalter 6 des Bedabühnen
von 220V, 0' von 2 Bedabühnen) auf den Anzeige-
schalter.

...auf der Rückwandung für Seite auf die
...von der ... von der ...
... von der ...

21. THE TIA VOLO,
[illegible]

Exhibit 5 (Q)

Subject: The [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Der Balken sei noch erweitert, um die 2. Signalanlage ganz einfach erscheinende Kartensignale mit dem Balken und recht kompakter, schmalen, die ersten Signale ohne Darstellung.

Etwa 1939 wurde endlich die AA-Verstellung für eine Fernsteuerung freigegeben. Hierdurch waren erhebliche Vereinfachungen in der Torpedo-Feuerleitanlage möglich, wie es schon bei einer oberflächlichen Betrachtung des beigefügten Verbindungsplanes des Regulator "36a" auf Zeichnung 84-Bb zu erkennen ist. Die zunächst noch beibehaltene Rohreinstufensteuerung wurde durch die AA-Steuerung abgelöst und wurde auch bald durch die frühere elektro-hydraulische Handmaschinensteuerung ersetzt. Die wirklich ausgereifte Torpedo-Feuerleitanlage für die U-Bootschiffe, wie sie im nächsten Abschnitt J beschrieben ist, kam leider nicht mehr zur Ausführung.

Die Anlage ist auf dem Vorkörper "36a" dem Kopf der in der
Beschreibung oben wieder. Auch das Krängungsgerät (Towa)
entsprechend. Nachher sind dieselben Brandkonstruktionen ge-
geben. Aber nur kleine Verbesserungen für die GA-Steuerung not-
wendig. Vollkommen neu ist jedoch die Steuerzule auf den

Der Seitenwinkel der TZA wird zunächst im Zielwertwandler vom Schiffssystem (ω) in das Horizontsystem (ω') übertragen. Hierbei ist interessant, daß für jeden TZA ein besonderer Zielwert-

wandler vorgesehen ist. Dies hat seinen Grund darin, daß jeder TZA ständig stabilisiert sein soll, damit nicht einem Gerät bei Vorhandensein nur eines Zielwertwandlers die Stabilisierung genommen wird, wenn auf den anderen TZA umgeschaltet wird. Man hat also den großen Wert der Stabilisierung bereits voll erkannt. Mit dem Seitenwinkel im Horizontsystem wird im Schußwinkel-Rechner der Schußwinkel im Horizontsystem (Q') gebildet. Dieser wird zur Glättung an den Tova geliefert, wo der geglättete Schußwinkel im Horizontsystem (Q_g) entsteht. Die Glättungsrichtung ist nur an einem Zielwertwandler vorgesehen, da man nach Auffassung des Zieles nur noch mit einem Ziel rechnet.

Die Zielsäule hat rechter Hand einen großen Handumschalter mit den Stellungen "Aus", "Automatik", "Handmaschinensteuerung" und "Seitenwechsel".

In der Stellung "Aus" ist der Rohrreits-Steuermotor ausgeschaltet. Nur in dieser Stellung läßt sich das Schwenkgetriebe auf die Handkurbeln umschalten. Andererseits läßt sich die Rohrreitsfernsteuerung nur einschalten, wenn die mechanische Verbindung zwischen Rohrreits und Steuermotor hergestellt ist. Die GA-Steuerung bleibt jedoch vollautomatisch in Betrieb und übernimmt soweit es die Endlagenschalter zulassen - an ist ein Winkelschuß von $\pm 40^\circ$ vorgesehen den ganzen Schußwinkel. Dieser Vorgang geht in einzelnen wie folgt vor: Der Rohrreits müge z.B. auf 90° stehen (es ist hier an den Fall gedacht, daß er z.B. durch Havarie nicht bewegt werden kann), dann erhalten die Drehmelder für Schußwinkel den Schußwinkel, welcher beispielsweise 70° betragen müge und wird von den Innenzeigern angezeigt; die weißen Außenzeiger stehen auf 90° . Mit dem Rohrreitschwenkgetriebe ist ein Diff-Geber mechanisch gekuppelt, dieser erhält bei der Schalterstellung "Aus" elektrisch den Schußwinkel, so daß in unserem Beispiel der Differenzwert von 20° herauskommt, welcher auf die GA-Drehmelder und GA-Steuerung gegeben wird. Die Geradlaufapparate (GA) stehen also abgesehen von der Spritzung infolge des Streuwinkels auf 20° und da dieser Wert auch dem roten Gegenzeigern an der Schußwinkelanzeige überlagert wird, stehen diese auf dem gewünschten Schußwinkel von 70° . Wir finden also in dieser Form eine vollständige GA-Steuerung ohne Rohrreits-Steuerung verwirklicht. Allerdings fehlt noch die gleichzeitige Krümmungskorrektur, was darin seinen Grund hatte, daß die GA-Verstellung immer noch schonend angewendet werden sollte, da man noch keinerlei Erfahrungen bei Dauerbetrieb hatte.

Bei der Schaltstellung "Automatik" erhalten die Schußwinkel-Drehmaler den Schußwinkel im Schiffssystem von einem Geberpaar im Schußwertwandler des Towa (von dem Einfluß der zwischengeschalteten Schalter bei Ausfall des Towa bzw. Schußwinkel-Rechners wird später die Rede sein). Der Schußwertwandler erhält hierzu über ein ausserhalb des Towa liegendes Relais den geglätteten Schußwinkel im Horizontsystem. Die zugehörige Steuerung, welche bei den Schaltstellungen "Aus" und "Seitenwechsel" unbehindert ist, ist bei den Schaltstellungen "Automatik" und "Handmaschinensteuerung" von einer Endlagenschaltung abhängig, welche bei Wirksamkeit nur die Einsteuerung in den normalen Schußbereich gestattet. Diese Einrichtung hat den Zweck, daß die Rohrsätze immer im Schußbereich bleiben und darüber hinaus die GA-Verstellung wirksam wird. Hierzu ist ein Diff-Geber vorgesehen, welcher mechanisch den vom Schußwertwandler aufgenommenen Schußwinkel im Horizontsystem erhält und dem elektrisch der ganze Schußwinkel im Horizontsystem zufließt, so daß die Differenz der nicht vom Schußwertwandler für die Rohrsatz-Steuerung verarbeitete Rest des Horizontwertes vom Schußwinkel ist, welcher als (ϵ) der GA-Steuerung in den Steuersäulen übertragen wird. Diese erhält also richtigerweise ihren Anteil im Horizontsystem während die Rohrsatz-Steuerung ebenfalls richtigerweise - einen Wert im Schiffssystem erhalten hat.

Der Vorgang läßt sich am besten anhand eines Beispiels verfolgen: Zunächst sei der errechnete Schußwinkel 180° . Die Schußwinkel-Steuerung nimmt diesen Wert nur bis zu 124° auf, es verbleiben 56° für die GA-Verstellung. Die Rohrsätze pendeln gemäß der Krängungskorrektur um den Wert 124° herum, beispielsweise $\pm 5^\circ$ also von 129° bis 119° . Wäre die Krängungskorrektur größer, so würde die achtere Endlagenschaltung in den Steuersäulen die Rohrsatzsteuerung zeitweise abschalten, womit jedoch nur in aussergewöhnlichen Fällen zu rechnen ist. Es sind also die Endlagen im Towa wohlweislich in genügendem Abstand von den Rohrsatz-Endlagen gelegt worden, um die Stabilisierung der Rohrsätze weitgehendst zu gewährleisten. Die GA-Steuerung versucht die verbleibenden 56° zu verarbeiten, erreicht jedoch bei 40° ihre Endlage. Schanzeichen zeigen an, daß der errechnete Schußwinkel nicht eingestellt und somit der Schuß nicht gelöst werden darf. Die Linsenpeiler der Schußwinkel-Anzeige in den Steuersäulen stehen auf dem um 124° herumpendelnden Wert, es wird also leider

nicht der ganze Schusswinkel angezeigt, was jedoch bei der vorliegenden Anordnung nicht anders zu machen war. Die weißen Gegenzeiger sind in Deckung mit den Innenseigern und zeigen an, daß die Rohrsatz-Steuerung in Ordnung ist. Die roten Gegenzeiger pendeln um den Wert 164° herum.

Wird z.B. durch Schiffsdrehung der Schusswinkel auf 150° gebracht, so bleibt in Towa und an der Rohrsatz-Verstellung alles unverändert, jedoch die GA-Steuerung kommt aus ihrer Endlage heraus, dann der verbleibende Rest ist nur noch $150^{\circ} - 124^{\circ} = 26^{\circ}$. Das Schusszeichen schaltet und der Schuss ist möglich, es wird im angegebenen erweiterten Schussbereich geschossen. Sobald der Schusswinkel kleiner als 124° wird, geht die Schusswinkel-Steuerung in ihre aus der Endlage heraus und schaltet pendeln auch die roten Gegenzeiger zurück. Die GA-Verstellung ist Null geworden, d.h. der Schussbereich wird dem Minimalschuss vermieden. (Der Minimalschuss ist der Minimalschuss zur Bildung eines Fockers, wenn man den Schusswinkel wird.)

Bei einem errechneten Schusswinkel von 94° springt wieder die Schusswinkel-Steuerung in Towa an, so daß die Schussweite wieder dem in der Schiffsanordnung angegebenen Schusswinkel entspricht. Noch ist die GA-Verstellung Null. Bei einem Schusswinkel von 94° tritt jedoch die GA-Steuerung wieder in Erscheinung. Man kann erkennen, daß die roten Gegenzeiger sich von den weißen Gegenzeigern lösen. Bei einem Schusswinkel von 94° springt die GA-Steuerung die Endlage, der erweiterte Schussbereich ist erreicht und das Schusszeichen warnt vor der Abfeuerung.

Alle diese Vorgänge spielen sich vollautomatisch ab, ohne daß jemand an den Steuerständen oder in der Zentrale, weiß, ob die Schussweite des errechneten Schusswinkels betriebsfähig ist.

Dreht aber man der Schusswinkel in dem beizubehaltenden Schussbereich, so daß schließlich Werte von 0° , 330° , 340° usw. erreicht werden, kann die Automatik den Seitenwechsel nicht vermeiden. Bei Erreichen des Endlagenschalters in Towa bei 54° des Schusswinkels wird der Schusswechsel geschaltet. Man hätte auch den Seitenwechsel, um den Schusswinkel hier handelt automatisieren können, doch würde daraus ein Risiko entstehen, da beim automatischen Schwenken der Mähne über dem Schussbereich Unfälle oder Havarien eintreten können, wenn ein Mann an der Mähne steht oder irgendwelche Gegenstände das Durchschwenken verhindern.

Man hat daher den Seitenwechsel bewußt von einer besonderen Bedienung des Mannes an der Steuerbühle abhängig gemacht. Es muß der Schalthebel an der Steuerbühle in die Stellung "Seitenwechsel" gebracht werden.

Bei der Schaltstellung "Seitenwechsel" wird der Rohrsatz-Steuermotor mit dem Potentiometer der Handmaschinen-Steuerung geschaltet. Dieser springt infolge einer Feder zunächst auf Null und wird beim Loslassen des Handrades von der Feder auch immer wieder in die Nullstellung gebracht. Je nach Anstellung des Handrades nimmt der Rohrsatz eine kleinere oder größere Schwenkgeschwindigkeit an. Innerhalb der Geschwindigkeiten von $\pm 3^\circ/\text{s}$ läßt sich das Steuerhandrad leicht bewegen, darüber hinaus tritt eine verstärkte Feder in Kraft. Hier muß zu vermeiden werden, daß beim Richten der Rohre mit zu hohen Geschwindigkeiten gefahren wird, welche auf die Dauer dem Rohrsatzschaden schaden könnten; andererseits besteht beim Seitenwechsel die Möglichkeit, die Rohre schnell mit einer Geschwindigkeit von etwa $5^\circ/\text{s}$ auf die andere Seite zu zwingen. Beim Seitenwechsel sind die vorhandenen Endlagen durch die Schaltstellung "Seitenwechsel" überbrückt. Gleichseitig ist die α -Steuerung auf einen Stellgeber in Federkraft des Streuwinkel-Rechners geschaltet, denn es ist eine Aussteuerung des Winkelschusses nach der anderen Seite zu erwarten, so möchte man die Zeit des Seitenwechsels immerhin dazu benutzen, die Einstellung auf Null zu erledigen. Der Stellgeber in der Steuerbühle liefert die Rohrsatzstellung, da ihm ebenfalls als elektrischer Wert die Null vom Streuwinkel-Rechner zufließt. Diese Rohrsatzstellung (Q_r) wird durch das Relais ausserhalb des Gews statt des geglätteten und errechneten Schußwinkels auf die Schußwinkel-Steuerung des Schußwertwandlers geschaltet. Da hier gleichzeitig ein Relais die Endlage überbrückt hat, folgt der Schußwertwandler dem Seitenwechsel des Rohrsatzes. Am Schußwertwandler sind auf dem Verstärker "36a" zwei Rohrsätze angeschlossen, es entsteht somit eine Schwierigkeit beim Umschalten der Rohrsatzstellung zweier Rohrsätze auf einen Empfänger im Gew. Durch ein in Wirkungsplan nicht angedeutetes Relais hat jeweils der Rohrsatz die Vorwahl, welcher zuerst auf Seitenwinkel schaltet.

Um in unserem Beispiel fortzufahren, nehmen wir an, daß der errechnete Schußwinkel 340° geworden ist. Der Mann an der Steuerbühle kann dies leider nicht erkennen; er schwenkt solange durch,

Wenn er mit einem Rohrsatz wieder im Schussbereich ist, was ihm ein weißes Schanzeichen signalisiert wird. Sobald dieses Schanzeichen vorleuchtet, schaltet er wieder auf "Automatik" um. Die Endlagensteuerung im Feuer läuft auf 306° (Endlage), der Rohrsatz schwenkt um 30° herum (Erkennungskorrektur), die GA-Steuerung schwenkt um $30^\circ - 30^\circ = 34^\circ$ und es kann geschossen werden.

Wenn man die Schaltstellung "Handmaschinen-Steuerung" über-
nimmt, ist in dieser Stellung ebenfalls das Steuer-Poten-
ziometer für den Rohrsatzmeter gehalten, wobei allerdings die End-
lagensteuerung abgeschaltet ist. Wird dieses gewünscht, z.B. um in
den Schussbereich zu kommen, so muß eine besondere Endlagenüber-
steuerung herbeigeführt werden. An der Schusswinkelanzeige wird
der vom Feuer kommende Schusswinkel angezeigt
und die GA-Steuerung demselben Wert wie bei der
Handmaschinen-Steuerung. Der Schusslage ändert sich jedoch bei Ausfall des To-
ten. Die Handmaschinen-Steuerung bedingt. In diesem
Fall wird der Schusswinkel z.B. direkt vom Feuer und wird an
die GA-Steuerung angepasst. Gleichfalls läuft er über den Rohrsatz-
meter. So daß der durch die Rohrsatzrichtung nicht er-
reichte Wert an die GA-Steuerung geht. Die GA-Steuerung übernimmt
dann die eigentliche Richtsteuerung und die Rohrsätze brauchen mit-
tels der Handmaschinen-Steuerung nur noch nachgesteuert werden.
Im Notfall des Feuers konnte man diesen Weg gehen, da nun doch
eine Erkennungserkennung möglich ist und die GA's nicht um die
Erkennungswerte hin und her gesteuert werden.

Der Schusswinkel wird, wie schon erwähnt, von einer Steuerung mit-
tels eines direktgesteuerten Motors nach Maßgabe der Kontakte auf
den Schusswinkel-Motoren in der Steuerzule nachgesteuert und
über Differenziale der GA-Verstellung so überlagert, daß ein Fächer
schuss entsteht. Soll ein Fächer als Doppelfächer aus 2 Rohrsätzen
geschossen werden, so ist je Rohrsatz ein gewisser Versatz erfor-
derlich, welcher durch eine weitere Steuerung (direkte Kontakt-
steuerung) in Verbindung mit entsprechenden Nullkontakten und Dif-
ferenzialen gebildet und der GA-Verstellung überlagert wird. Die
Auswahl der Schüsse erfolgt an einem Zentral-wahlschalter in der
Zentrale.

Die Abfeuerung erfolgt elektro-magnetisch von den Zielstellen aus.
Beim Fächerschuss sorgt ein Zeitschalter dafür, daß die Schüsse in
genügendem Abstand fallen, um sich nicht zu behindern.

Die der Steuerkule befindet sich eine Optik, welche von einem speziell für die Steuerkule entwickelten Vorhaltegetriebe betätigt wird. Da der Rohrsatz allein nicht mehr die endgültige Schussleistung angibt, muß der Optik zusätzlich die GA-Verstellung zugeführt werden.

2. Schaltung

Wie schon angedeutet, befinden sich in der Rechenstelle Schalter, welche bei Ausfall der Zentrale oder nur des Towa betätigt werden können. Bei Ausfall des Towa fällt die Stabilisierung der Optiken (ZFA) und des Kehrstrahls (Krängungskorrektur) fort. Der Seitenwinkel wird für den Schusswinkel-Rechner und Koppler direkt vom TZA oder dem entsprechenden Meßgerät entnommen. Als Schusswinkel wird vom T Schusswinkel an die Rohrwitze und Schusswinkel-Empfänger im TZA und Anzeigegerät übertragen. Für die GA-Steuerung wird, wie schon erwähnt, der vom Rohrsatz nicht übertragene Schusswinkelrest übertragen.

Bei Ausfall der Rechenstelle wird der TZA direkt mit den Rohren verbunden. Die Steuerkule erhält unmittelbar den Schusswinkel vom TZA und die GA-Steuerung übernimmt wieder die restliche Einstellung des Schusswinkels.

Die Konstruktion der geschilderten Steuerkule ist schon wesentlich robuster als ihre Vorgänger, sie war so hergerichtet, daß sie durch das Umdrehen zweier Stirnräder leicht für Drillinge und Vierlinge verwendet werden konnte.

3. Stand der Entwicklung 1945

Während des Krieges haben sich die Torpedo-Feuerleitanlagen recht gut bewährt. Es zeigte sich, daß die GA-Steuerung zuverlässig arbeitete und auch zur Krängungskorrektur herangezogen werden konnte. Hiermit konnte die Rohrsatz-Fernsteuerung wieder durch die robustere elektro-hydraulische Handsteuerung ersetzt werden, wodurch eine wesentliche Vereinfachung der Anlage möglich war. Es bedurfte hierbei allerdings einer besonderen Lösung, von der noch die Rede sein wird. In ganzen gesehen zeigte sich, daß eine mögliche Typisierung der Geräte anzustreben war, um größere Serien gleichartiger Geräte fertigen zu können, wobei ein Optimum an Betriebssicherheit und ein

Minimale an Aufwand anzustreben war. Wie der Stand der Entwicklung 1945 war, zeigt das Projekt der beigelegten Zeichnung 84/65.

31. GA-Steuerung

Die wesentlichste Entwicklung hierbei ist die Erfindung eines Krüggungsverfahrens mit Hilfe der GA-Steuerung. Dieses Verfahren wurde bereits bei dem schon Kriegsende ausgerüsteten Schiffen angewendet. Wie schon in dem vorhergehenden Abschnitt erläutert wurde, setzt sich die Schusswinkel-Einstellung an den Torpedo-Ausstoßrohren aus einem Winkel im Schiffssystem (Rohrwinkel Q_R) und der GA-Einstellung im Horizontsystem (ω) zusammen. Was die Steuerwinkle an den Rohren betrifft, ist dies der eigentliche Wert $Q_R + \epsilon$, welcher sich aus Werten zweier verschiedener Systeme zusammensetzt und daher geometrisch nicht darstellbar ist. Man kann jedoch folgende mathematische Ableitung durchföhren:

Dieser Zweifel ist der Schusswinkel im Horizontsystem sowohl die Summe aus dem Rohrwinkel der Rohrwinkel-Einstellung (Q_R) und der GA-Einstellung (ϵ) als auch aus dem Seitenwinkel im Horizontsystem (ω') und dem Verhältnswinkel (β').

$$Q_R + \epsilon = \omega' + \beta'$$

Diese Gleichung wird nicht verändert, wenn auf jeder Seite ein Wert sowohl hinzugefügt als auch abgezogen wird.

$$Q_R + Q_R' - Q_R + \epsilon = \omega + \omega' - \omega + \beta'$$

Eine mathematische Umwandlung dieser Gleichung ergibt:

$$Q_R + \epsilon = \omega + \beta' + (\omega' - \omega) - (Q_R' - Q_R)$$

Hiermit ist eine Gleichung für den Wert gefunden, welchen die Steuerwinkle an den Rohren braucht. Die Steuerwinkle aus zunächst die Summe vom Seitenwinkel im Schiffssystem (ω) und Verhältnswinkel im Horizontsystem (β') erhalten, ebenfalls eine Kombination von Werten verschiedener Systeme, welche aber sehr gelassen kommt, da das Zielgerät der Torpedowaffe (TZ-Gebär) ihn in dieser Form liefert, denn der Seitenwinkel wird als Richtung der schiffsfeste Skala im Schiffssystem gemessen und der Verhältnswinkel wird auf Grundlage des in der Horizontebene liegenden Zielreiecks als Horizontwert errechnet. Die bei der Gleichung noch vorhandenen Größen ($\omega' - \omega$) und ($Q_R' - Q_R$) stellen die Krüggungskorrekturen für Seite und Schusswinkel dar und müssen dem Schusswinkel des Zielgerätes

hinzugefügt bzw. davon abgezogen werden. Es ergibt sich hierdurch der große Vorteil, daß der Schußwinkel des Zielgerätes ständig auf die Rohre geschaltet bleiben kann. So lange das Krümmungsgerät richtig funktioniert, werden die Krümmungskorrekturen überlagert und die ganze Anlage ist krümmungsmäßig bereinigt; fällt das Krümmungsgerät aus, so ist eine Krümmungskorrektur nicht möglich und der Unterschied zwischen Horizont- und Schiffsystem entfällt. Es ergibt sich demnach etwa eine folgende Anlage:

Zielgerät

Das Zielgerät wird der Seite und Höhe nach wie bisher stabilisiert. Hierzu erhält es von der A-Komponente den Kurs, welcher durch eine Steuerung aufgenommen wird und nicht wie bisher der Seitenwinkel-Krümmungskorrektur überlagert wird. Es geschieht das, um einmal den Seher in der A-Komponente nicht durch einen Hilf-Seher in Tona zu belasten und zum anderen um den automatischen Gegenwärtigen auszuweichen zu können. Weiterhin erhält das Zielgerät die bisherige Seitenwinkel-Krümmungskorrektur mit der zugehörigen Seitensteuerung und das Radbradgetriebe, welches nur noch den Richtvorgang steuert und daher mit geringerer Genauigkeit und kleinerem Aufwand hergestellt sein kann (keine Auswanderung). Für die Stabilisierung der Höhe nach wie bisher der Kippwinkel von Tona übertragen. Ein Verhalt-Getriebe ermittelt den Verhaltwinkel, welcher mit dem Seitenwinkel zum Schußwinkel überlagert wird. Eine besondere Steuerung überlagert die Schußwinkel-Krümmungskorrektur von Tona mit überlagert die zum Schußwinkel, so daß der für die Rohre des geeignete Wert ($\alpha_p + c'$) entsteht, welcher ständig an die Rohre übertragen wird.

Neben dem Zielgerät befindet sich ein Anzeige-Kopplager, welcher die Entfernung, den Streuwinkel, die Gegnerfahrt und -höhe, die Schußwinkelkorrektur und die Schußwinkel-Quittung anzeigt. Der Streuwinkel, die Gegnerdaten und die Schußkorrektur kommen von einem Koppler nebst Korrekturrechner aus der Zentrale. Es ist also kein zweiter Schußwinkel-Rechner in der Zentrale wie früher vorgesehen, wodurch erheblich eingespart wird besonders dadurch, daß die Eingangswerte nicht noch einmal durch Nachsteuerungen aufgenommen werden müssen. Als Korrekturwert ($\Delta \alpha$) ist in erster Linie an die Parallaxkorrektur unter Berücksichtigung des Winkelschusses gedacht, wobei man diesen Werten keine so übertriebene Genauigkeit mehr wie früher zuordnet.

Von großer Bedeutung ist, daß die Anlage ohne Umschaltung arbeitet. Es wird hierdurch die Kabel- und Schaltungsanlage in erheblichem Umfang vereinfacht und Fehlschaltungen werden vermieden. Zunächst werden am TZ-Geber die Gegnerdaten nach Schätzung eingestellt und die Rohrsätze richten nach dem mit diesen Unterlagen ermittelten Schußwinkel des TZ-Gebers. Der Offizier beobachtet sowohl die ganze Lage als auch die Werte, welche ihm von der Zentrale angezeigt werden. Erscheinen ihm diese richtig, so steht es ihm jederseits frei, seine Schätzung durch sie zu verbessern; es eine automatische Übertragung ist nach den bisher gemachten Erfahrungen nicht gedacht. In gleicher Weise wird mit der Schußwinkelkorrektur verfahren. Fällt der Towa aus, was am Arbeiten der Stabilisierung bemerkt wird, so werden am TZ-Geber die zugehörigen Steuerungen abgeschaltet und auf Null gestellt. Der Rohrsatz merkt hiervon nichts und wird somit nicht gestört.

Ein Blick auf den Towa zeigt den klaren und einfachen Aufbau. Der Zielwertwandler und der Schußwertwandler sind vollkommen gleich. Der Schußwertwandler erhält vom Rohrsatz die Rohrsatz-Stellung im Schiffsystem (Q_R) und bildet die Krümmungskorrektur ($Q_R - Q_R$), welche an das Zielgerät übertragen wird.

3. Rohrsatz

Die Steuerkule auf dem Rohrsatz, welche in dem beigelegten Wirkungsplan als Schußwinkel-Skule bezeichnet ist, enthält nicht mehr die Differentialkule zur Überlagerung der GA-Steuerung mit dem Streuwinkel zum Zwecke des Höhenerschusses. Es ist hierfür ein besonderer Getriebekasten auf dem Rohrsatz vorgesehen, damit die Schuß-Skule einheitlich für alle Rohrsätze ausgebildet werden kann, während der Differentialkasten eine den Rohrsätzen eigentümliche Ausführung je nach Rohrzahl ist.

Die T Schuß-Skule hat zunächst das Steuerhandrad für das elektrohydraulische Schwenkgetriebe. Endlagenschalter verhindern wieder das ungewollte Verlassen des normalen Schußbereichs, welcher nicht mehr durch die Pendelungen der Krümmungskorrektur beschritten ist. Ein Endlagenüberbrückungsschalter oder das Betätigen des Steuerhandrades über den normalen Bereich hinaus gegen eine verstärkte Feder gestatten das Verlassen des Schußbereichs. Ein Anzeige-Empfänger zeigt ständig den ganzen Schußwinkel an und hat wieder weiße Gegen-

zeiger für die Rohrrichtung und rote Gegenzeiger für Rohr- plus GA-Richtung. Eine GA-Steuerung versucht immer diese roten Zeiger in Deckung mit den Innenseigern zu halten, während der Mann auf dem Rohrreits mit der Handmaschinensteuerung nur ganz roh die weißen Gegenzeiger mit den Innenseigern, soweit es der Schußbereich zulässt, in Deckung bringt. Für den Streuwinkel wird eine Einstellung von Hand nach Folgezeiger als ausreichend erachtet. Ein Vornalt-Getriebe gestattet wieder notfalls am Rohrreits den Schußwinkel zu ermitteln.

Die Einstellung des Einzelschusses oder Pächers erfolgt am zweckmäßigsten am Rohrreits, wo auch ein Zeitschalter vorzusehen ist.

Es hat sich im Krieg gezeigt, daß nie ein Pächter aus 2 Rohrreitsen, ein sogenannter Doppelpächter, geschossen wurde. Es wurde jeweils immer nur ein Einzelschuß oder ein Pächter aus allen Rohren eines Rohrreites geschossen. Die Auslösung des Schusses erfolgt elektrisch von der Zielstelle.

4. Ausführung:

Die Konstruktion in Leichtmetall und Kugellagerung kann beibehalten werden, sofern nicht kurze Gleitlager für die Getriebe wie bei Weckrohren (Platinierung) in Anwendung kommen. Das Leichtmetall muß durch elektro-chemische Behandlung und nachfolgendem Anstrich bzw. Fettung gut gegen Korrosion geschützt werden. Für die Geräte auf den Rohrreitsen ist eine Druckwasserdichtigkeit von 1 atm anzustreben; auch die Zielgeräte müssen mit erhöhter Wichtigkeit ausgeführt werden.

K. Zusammenfassung

Die beigelegte Zeichnung S4-3b 21 gibt einen schematischen Überblick über die Entwicklung der Torpedo-Feuerleitanlagen von 1926 bis 1945. Es ist zu erkennen, wie zuerst die Torpedowaffe einen schlichten Versuch im Anschluß an die bereits schon vorhandenen Artillerie-Feuerleitanlagen macht. Es wird bald erkannt, daß im Ernstfall beide Waffen, Artillerie und Torpedo, gleichzeitig werden arbeiten müssen, so daß eine selbstständige Torpedo-Feuerleitanlage erforderlich ist. Noch aber steht die Torpedowaffe im Schatten der Artillerie und ist noch stark von der Entwicklung der Artillerie-

Anlagen beeinflusst. Der erste Versuch unter Benutzung des verlockend einfach erscheinenden logarithmischen Prinzips mißlingt. Kurs entschlossen kehrt man zu dem bewährten geometrischen Zielfinder zurück, welches jedoch bedingt durch die Bedienung kein zügiges Resultat ergibt, so daß die Rohre nicht folgen können.

In dieser Situation wird als rettende Lösung ein Dreiecksgetriebe zur Ermittlung des Vorhaltewinkels und der Reichweite erfunden, welches sich so gut bewährt hat, daß es in allen folgenden Anlagen und später auch auf den U-Booten in großer Stückzahl Anwendung findet. Gleichzeitig wird für die Rechenstelle ein automatischer Koppler entwickelt, welcher brauchbare Unterlagen (Gegnerdaten) für die Berechnung des Schußwinkels liefert. In der Rechenstelle wird gleichzeitig ein Schußwinkel-Rechner angeordnet, welcher parallel zum Zielgeber den Schußwinkel ermittelt. Es lag hier der Gedanke zugrunde, daß die Zielstellen vorwiegend zur Messung des Feilwinkels dienen sollten und nur ausnahmsweise in Überraschungssituationen oder bei Ausfall der Zentrale den Schußwinkel ermitteln sollten. Man glaubte, daß man den Schußwinkel mit mehr Ruhe und Sorgfalt in der Rechenstelle ermitteln könne, wodurch die empfindlichen Mechanismen in geschützte Räume kamen und eine Entlastung der Zielmittel möglich war. Man hat sehr lange an diesem Grundsatz festgehalten, welcher jedoch immer den Nachteil mehrerer Schußwinkel-Rechengetriebe nebst Gebern und der damit verbundenen oft recht umfangreichen und komplizierten Umschaltung hatte. Erst gegen Ende des Krieges hat man sich zu einer günstig erscheinenden Lösung (1945) durchgerungen, wo nur im Zielgeber der Torpedowaffe Schußwinkelgeber in Verbindung mit einem Vorhaltgetriebe untergebracht waren, welche in ständiger Verbindung mit den Rohren blieben. Die Anlage wurde hierdurch wesentlich vereinfacht und die Betriebssicherheit stark erhöht.

Ebenfalls mit Einführung des Dreiecksgetriebes, des automatischen Kopplers und des Schußwinkel-Rechners in der Rechenstelle fällt die Aufstellung eines Fächergerätes an den Rohren. Man ging also erstmalig anlagenmäßig zum Fächersehpaß über, um die Treffwahrscheinlichkeiten zu vergrößern.

Diese erste vollständige Torpedo-Feuerleitanlage, wie wir sie auf Kreuzer "Nürnberg" finden, blieb eine lange Zeit der Standardtyp der Torpedo-Feuerleitanlagen. Es kommt zwar bald das Auswanderungs-

verfahren hinaus (1936 - 1938), wird aber später als unbefriedigend wieder fallen gelassen.

Die weitere Entwicklung beschäftigt sich mit der Veredlung der Anlage. Es war in erster Linie erforderlich, eine Lösung zu finden, welche den Rohren die Übernahme des Schusswinkels erleichtert. Mit dem vorhandenen elektro-hydraulischen Schwenkgetriebe war der beste Mann nicht in der Lage, den Schusswinkel laufend zu folgen, es mußte mit Fehlern von 1° gerechnet werden, während $0,1^\circ$ angestrebt wurde. Man glaubte, in dem Zentral-Abfeuergerät eine ideale Lösung gefunden zu haben und rüstete weitere Anlagen spontan damit aus. Leider hatte diese Lösung, welche die Richtarbeit an den Rohren auf ein Mindestmaß reduzierte, indem der Schuß beim Durchschwenken der Rohre ausgelöst wurde, wenn Schusswinkel und die Rohrschwenkung gleich waren, einen erheblichen Aufwand zur Folge und brachte eine große Abhängigkeit von dem einwandfreien Zustand einer komplizierten elektro-mechanischen Anlage.

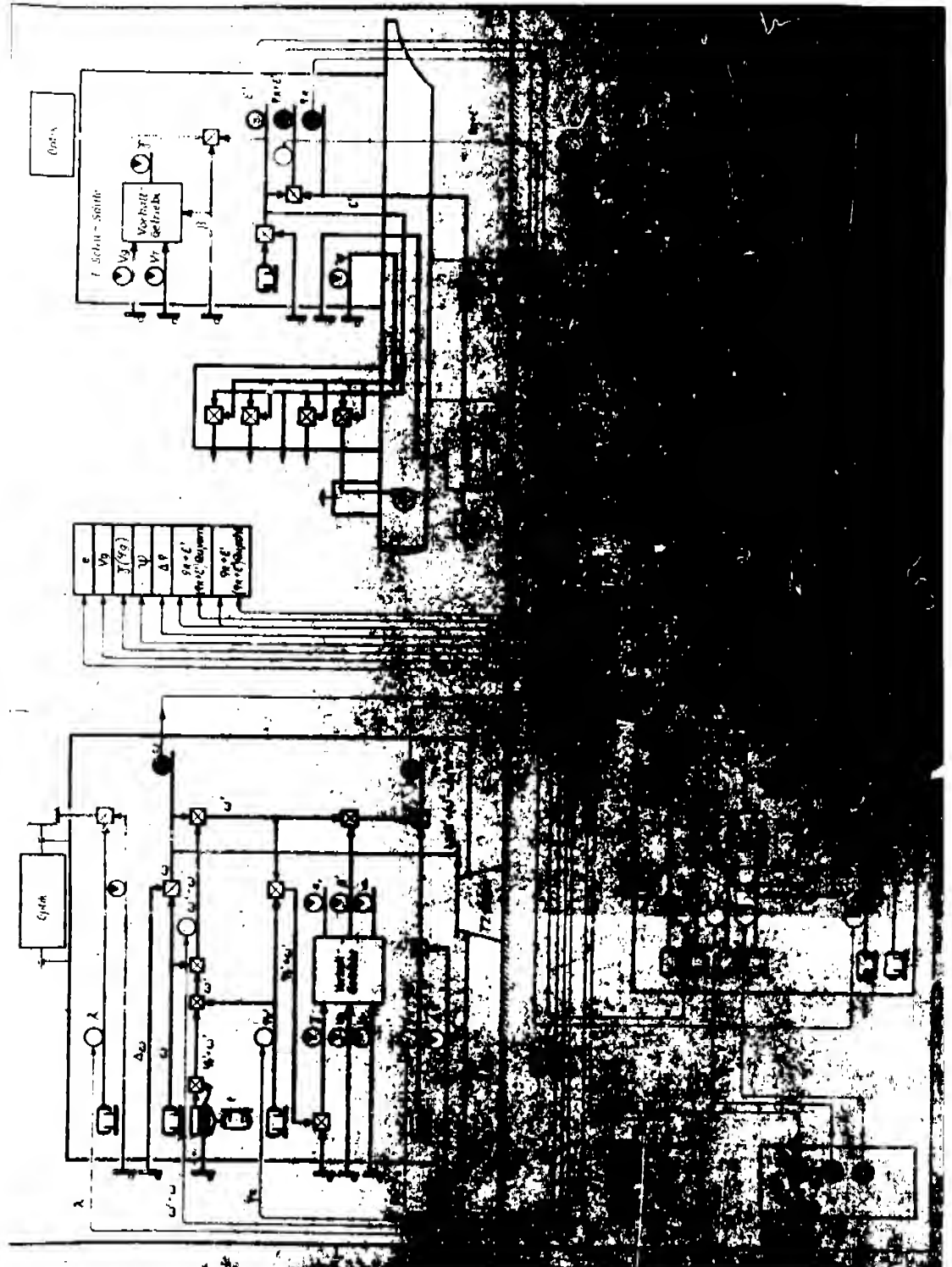
Als sich ausserdem eigenartige Unregelmäßigkeiten beim Fächer-schuss einstellten, wurde der Einfluß der Schiffsbewegungen bei See-gang auf die Torpedo-Feuerleitanlage untersucht und man kam zu der Erkenntnis, daß dringend ein Krängungsausgleich erforderlich sei. Es wurde der Towa entwickelt und in richtiger Erkenntnis der Lage gleichzeitig eine Stabilisierung der Zielmittel vorgenommen. Leider ging man etwas zu weit, indem man auch die Rohrsätze stabilisierte. Hieran war zum großen Teil die mangelnde Brühung bezüglich des Winkelschusses schuldig, welche bald nachgeholt wurde, so daß vorübergehend die Rohrsatzfernsteuerung und die GA-Steuerung parallel bestand. In Verbindung mit der GA-Steuerung wurde auch der Fächer durch Einstellung des Streuwinkels auf den Rohrsätzen und der damit verbundenen Spreizung der GA's ermöglicht und die Ab-feuerung über einen Zeitschalter ausgelöst. Sobald befriedigende Berichte über die GA-Steuerung vorlagen - man hatte einige an den Rohren und am Torpedo ändern müssen - ließ man die elektrische Fernsteuerung fallen und kehrte zur elektro-hydraulischen Hand-steuerung zurück. Die Verhältnisse an den Rohrsätzen brachten es mit sich, daß man die Organe der Torpedo-Feuerleitanlage an den Rohren in Steuer säulen vereinigte. Durch eine geschickte mathematische Aufspaltung gelang es, die Krängungskorrekturen dem Schuß-winkel additiv zusetzen und einen für die Rohrsätze geeigneten Schusswinkel ($Q_R + \epsilon'$) zu bilden.

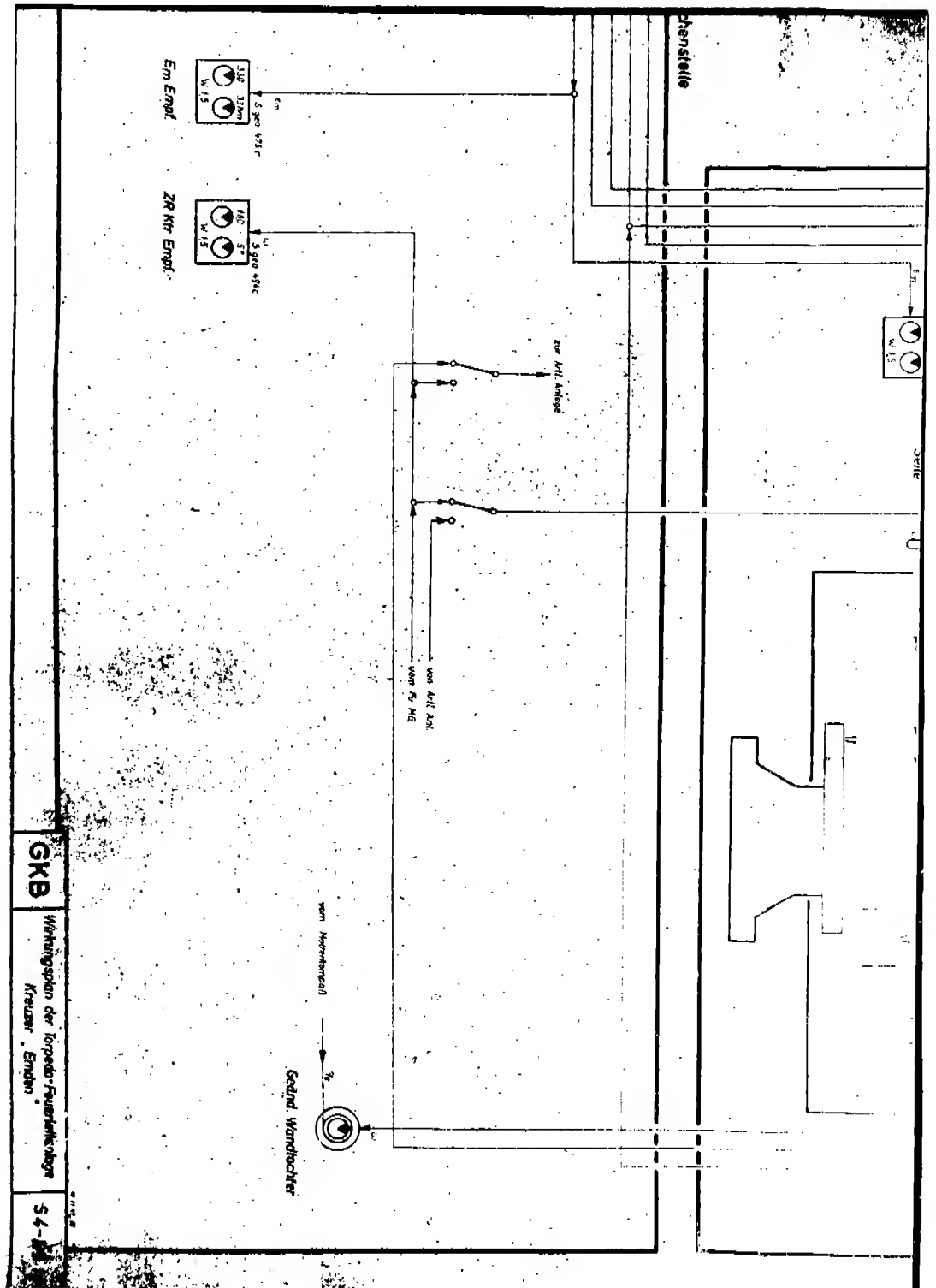
Parallel zu dieser Entwicklung lief die Verbesserung des Kopplers, welcher zum Schluß mit einem Korrektur-Rechner in einem Gerät vereinigt werden sollte. Hierdurch wäre auch der als besonderes Gerät bestehende Streuwinkel-Rechner entfallen.

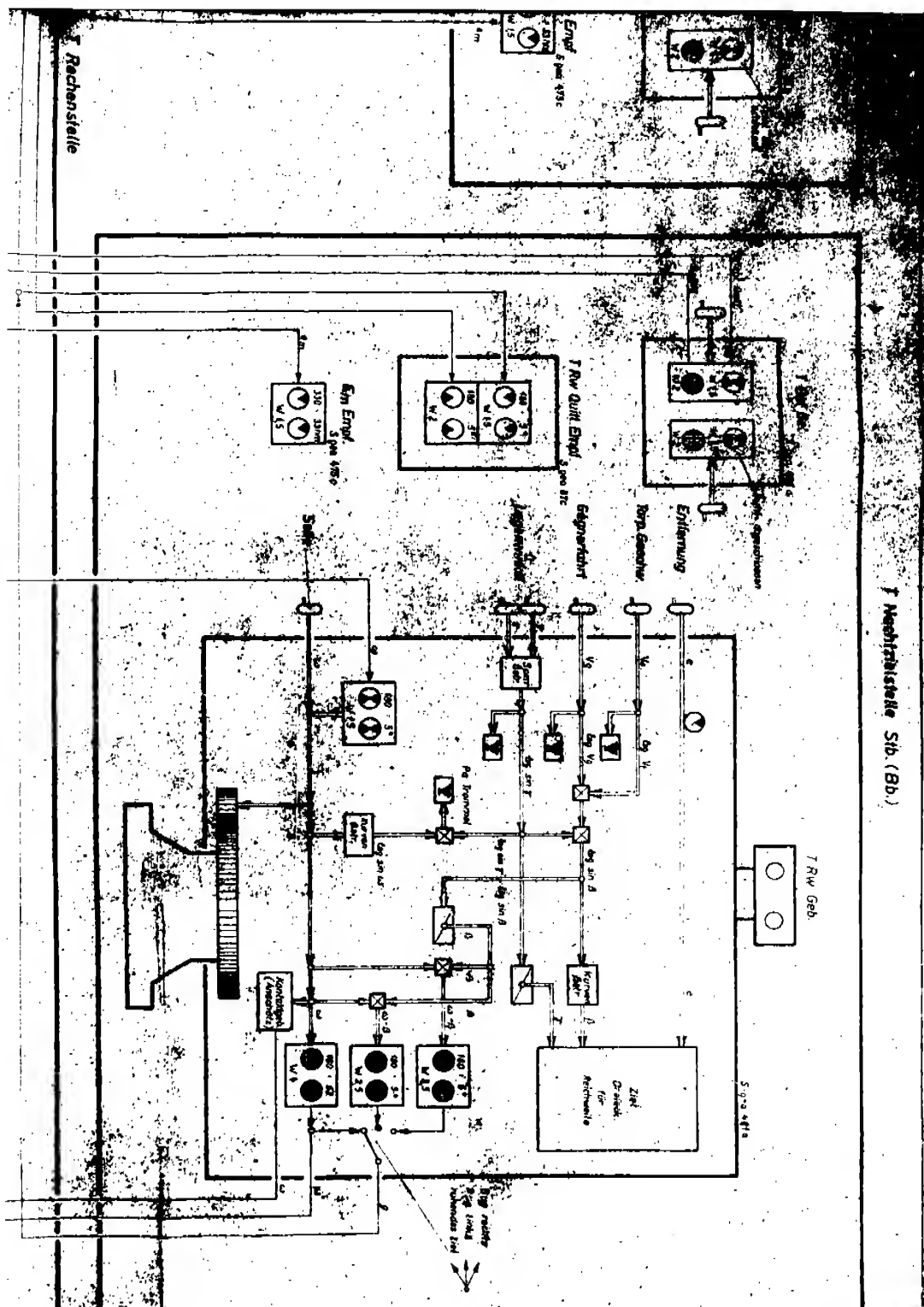
Was die Ausführung der Anlagen betrifft, so ist man im Laufe der Entwicklung von Rotguß und Gleitlagerung zu Leichtmetallguß und Kugellagerung übergegangen. Eine Platinenbauweise, wie sie zum Schluß auf den U-Booten angewendet wurde, ist auf den Überwasserschiffen nicht mehr zur Anwendung gekommen.

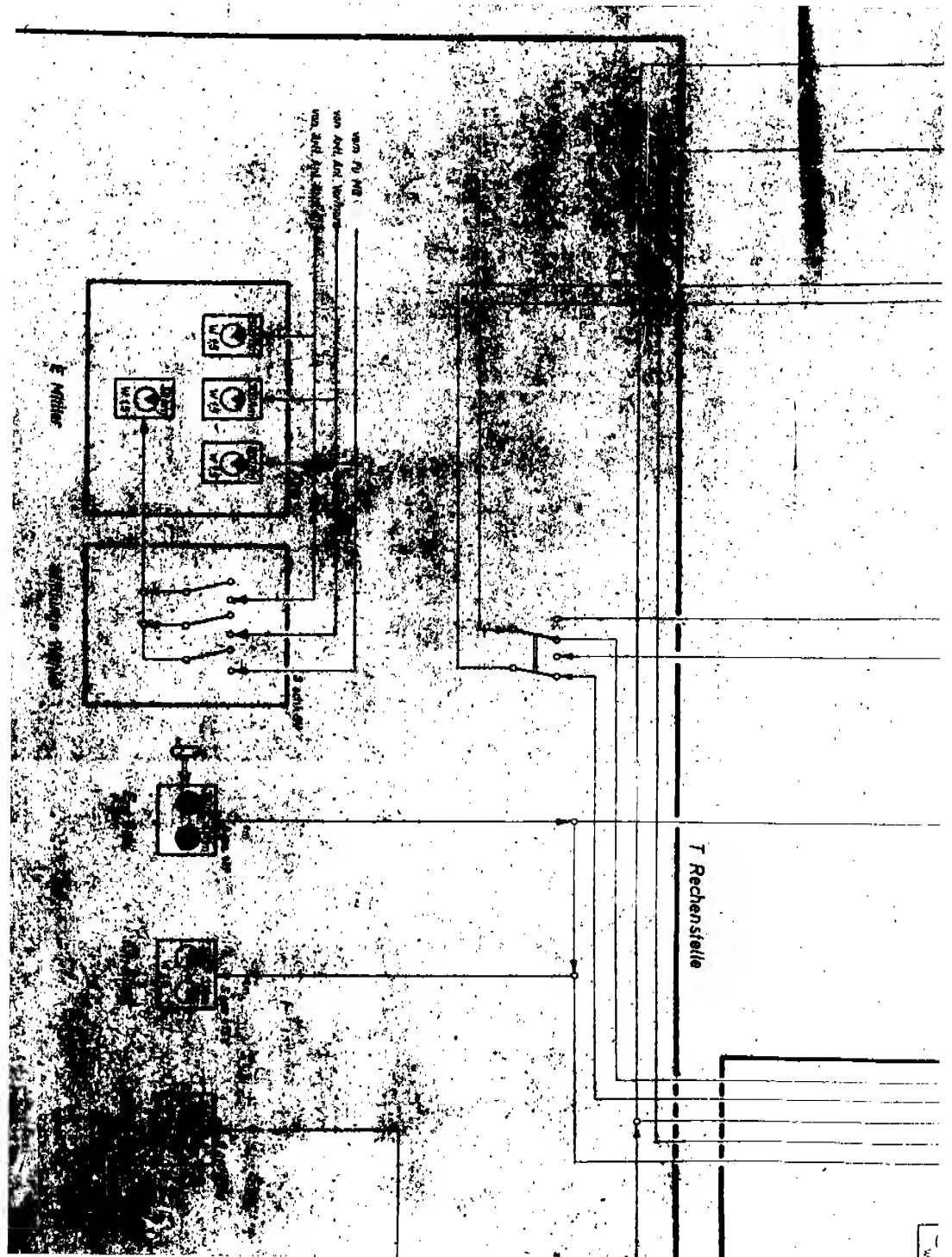
Über die mathematischen Grundlagen und über die Genauigkeiten geben folgende Arbeiten Aufschluß: "Theorie der Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe" und "Analyse der Fehler der Torpedo-Feuerleitanlagen der Überwasserschiffe".

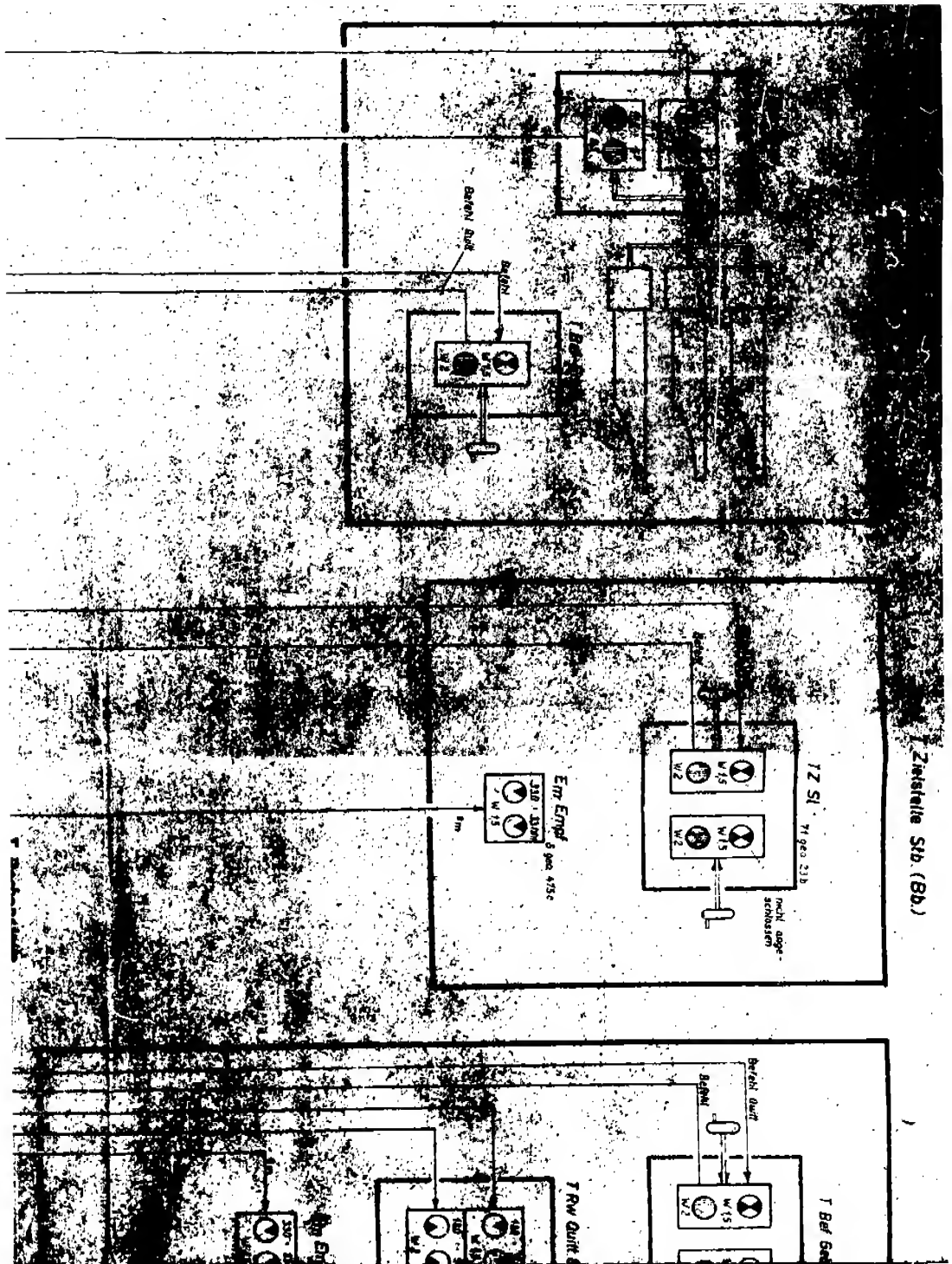
Helwig

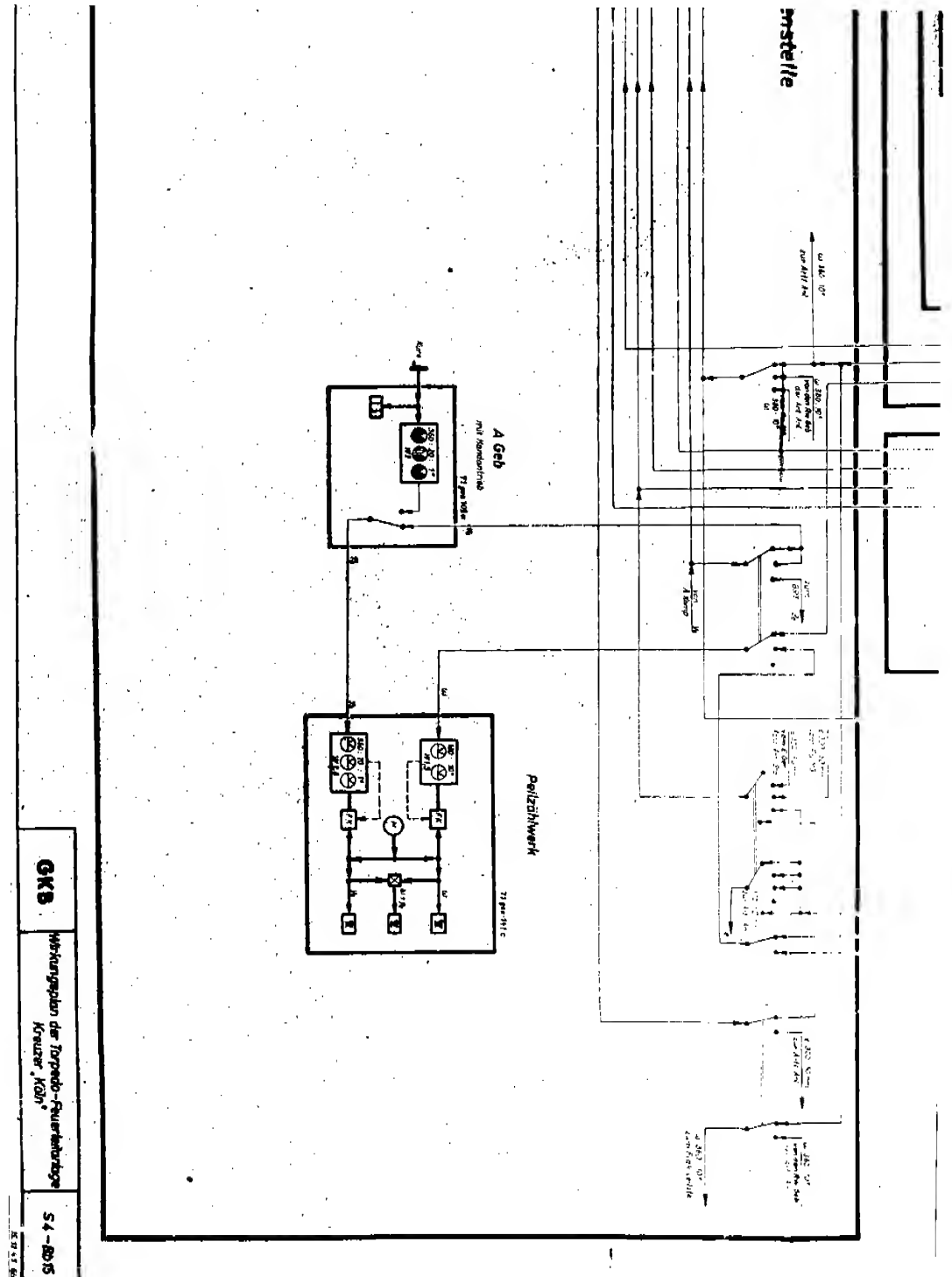


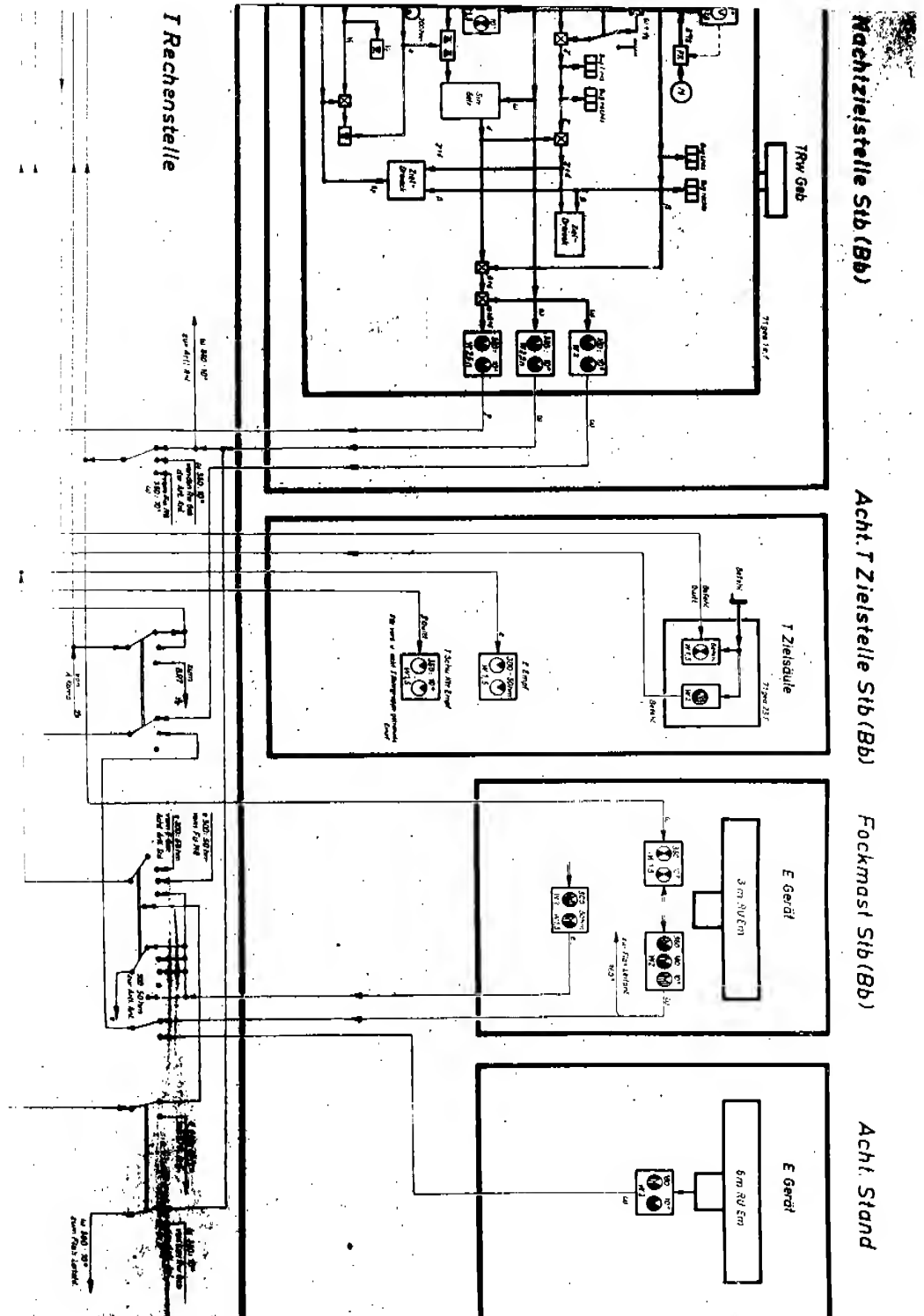


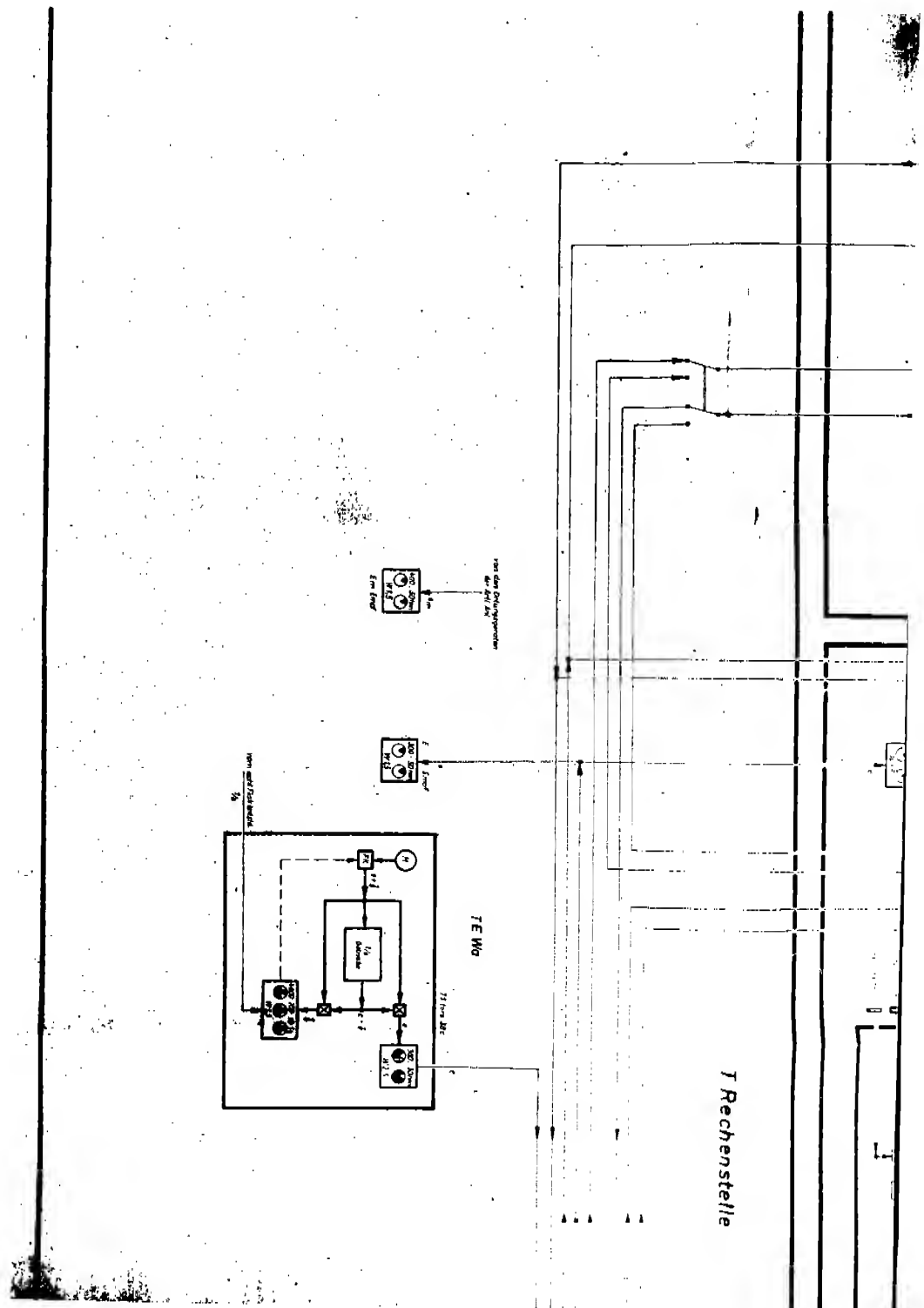


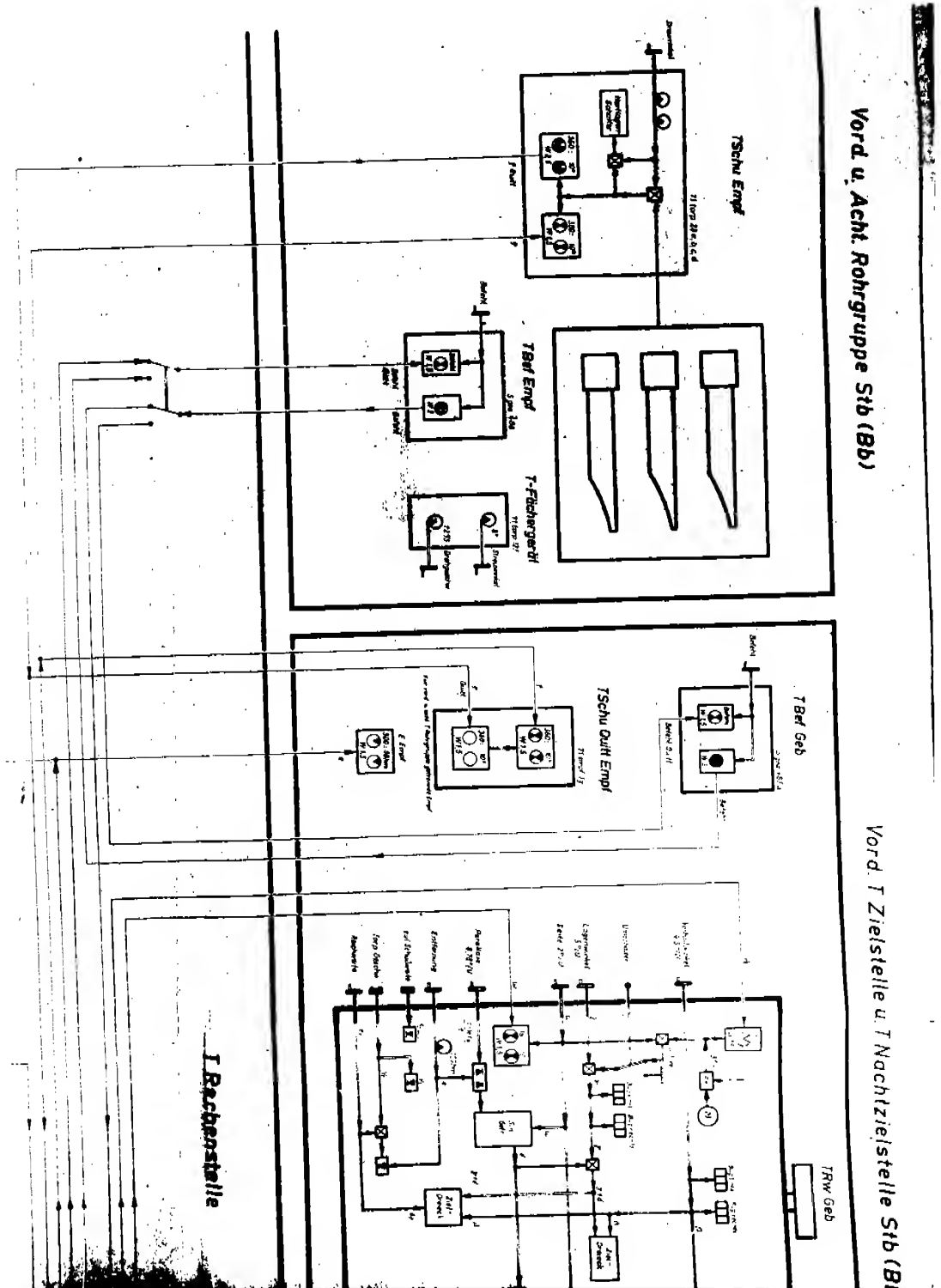


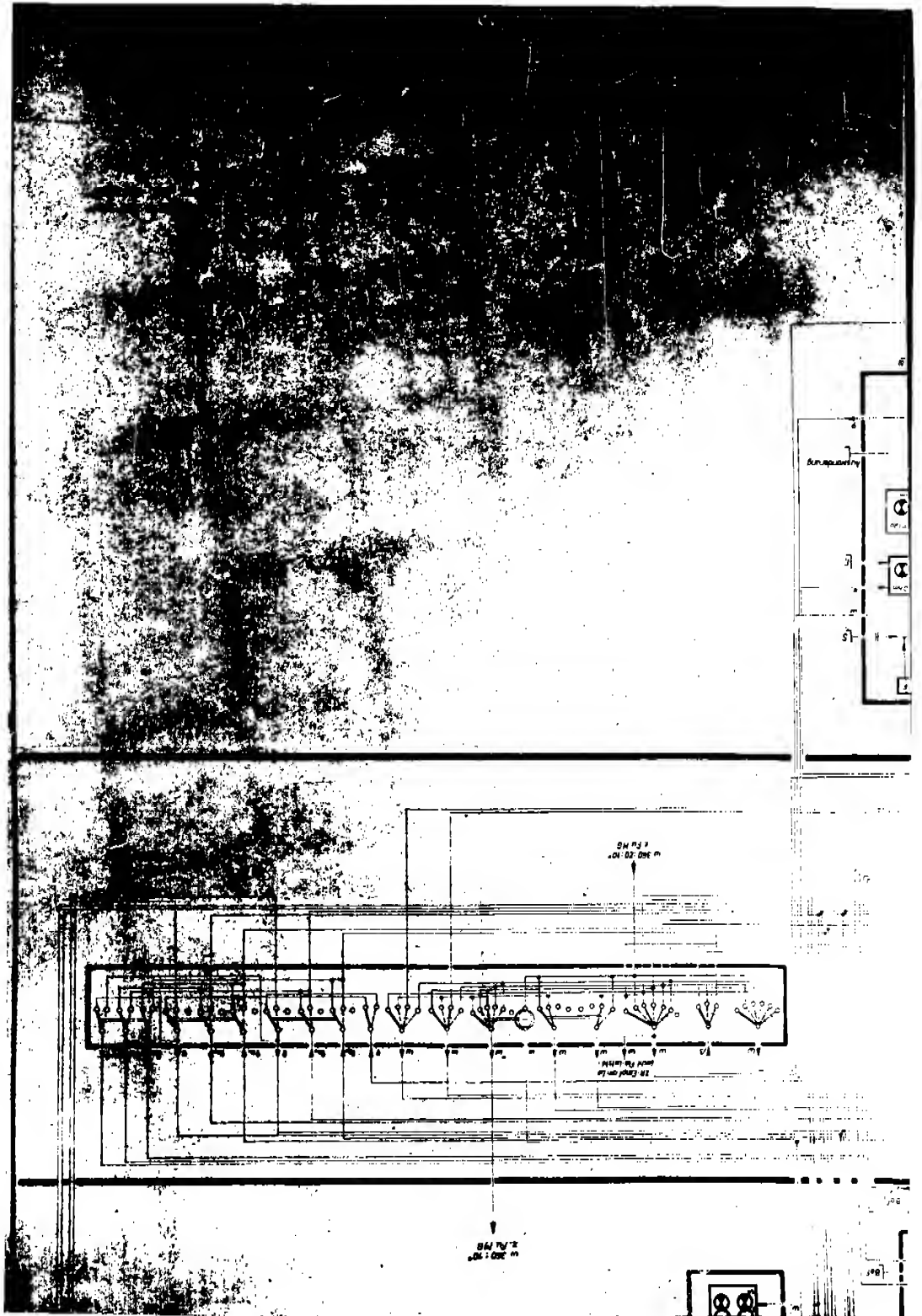


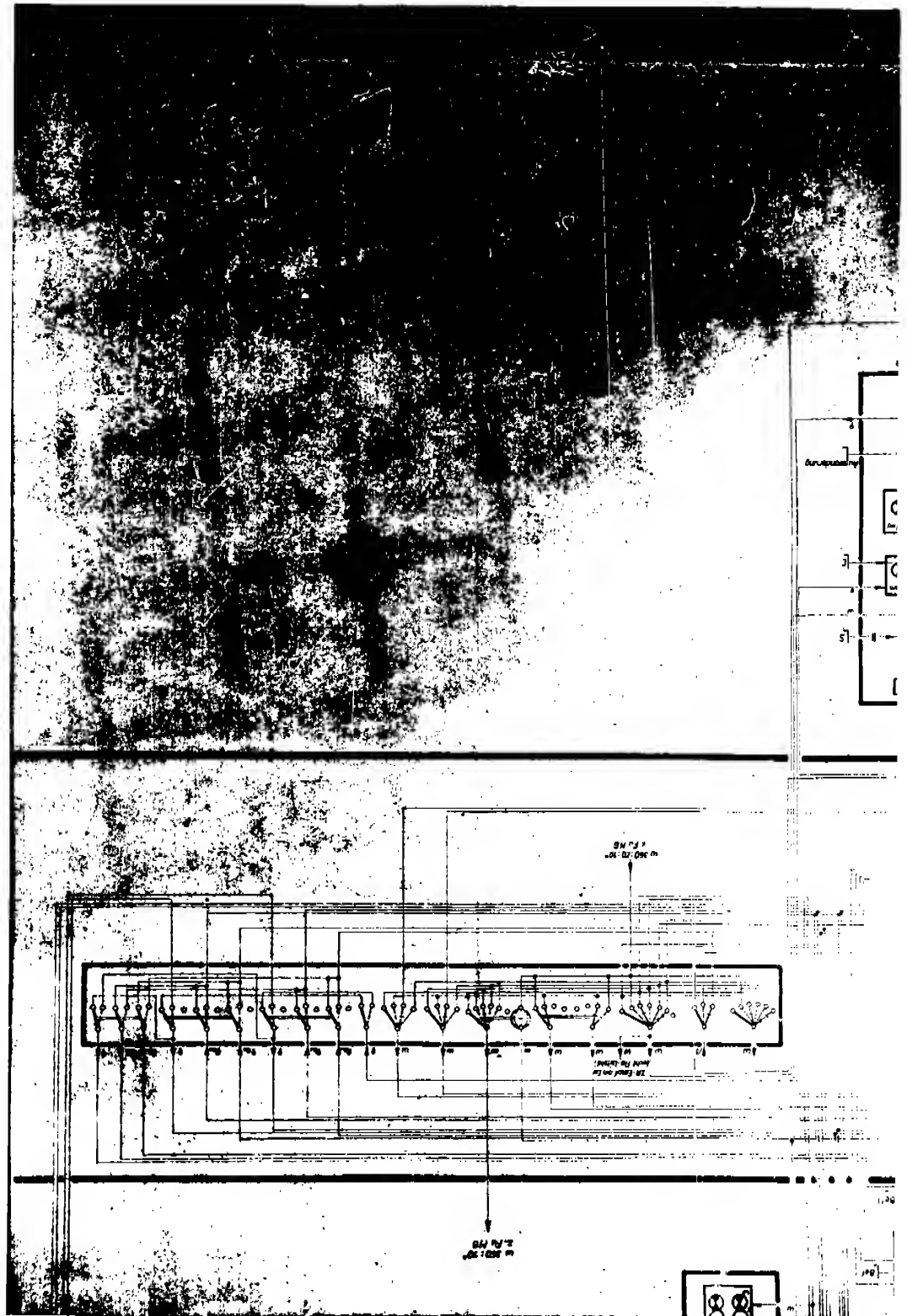


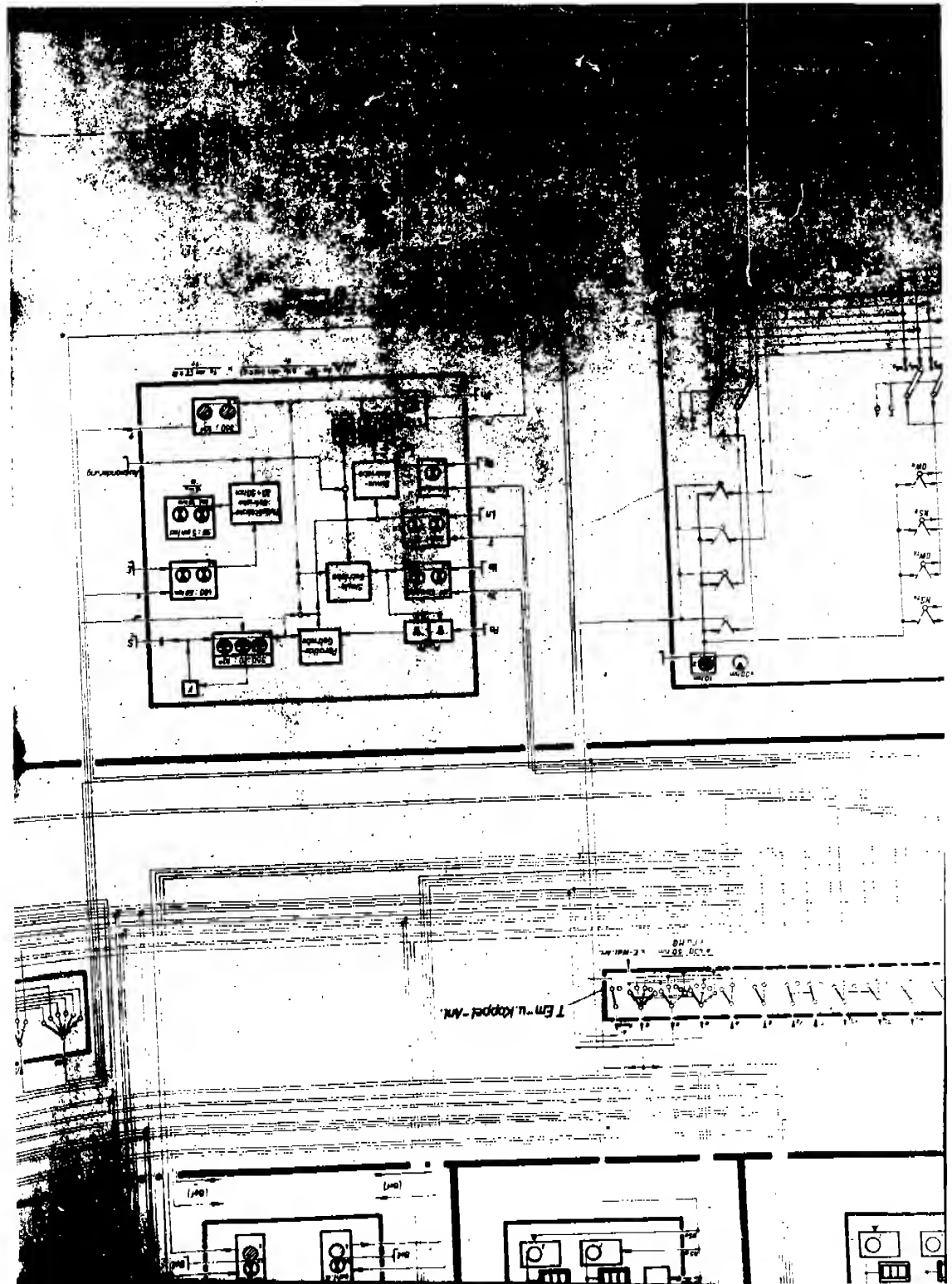


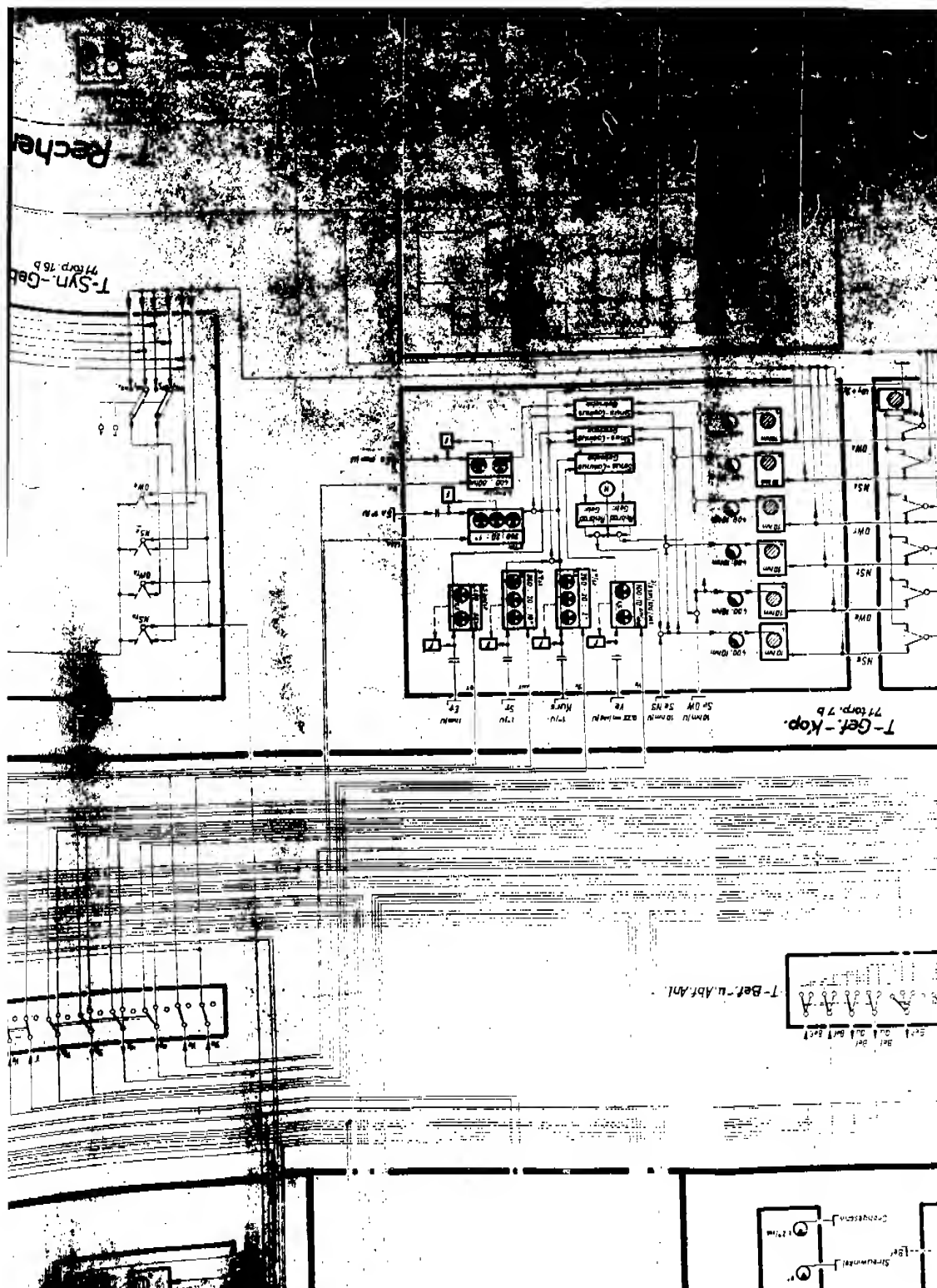


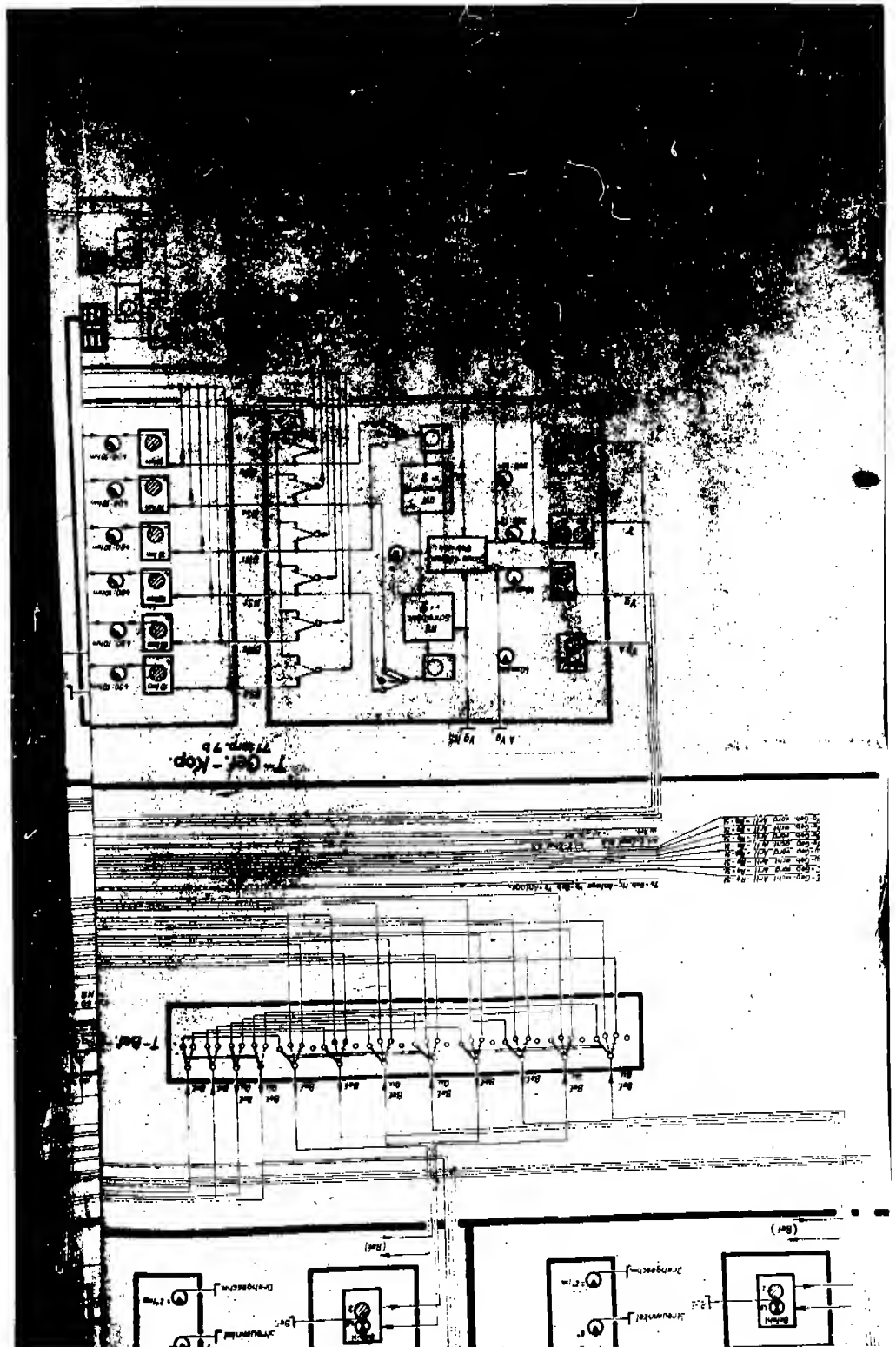


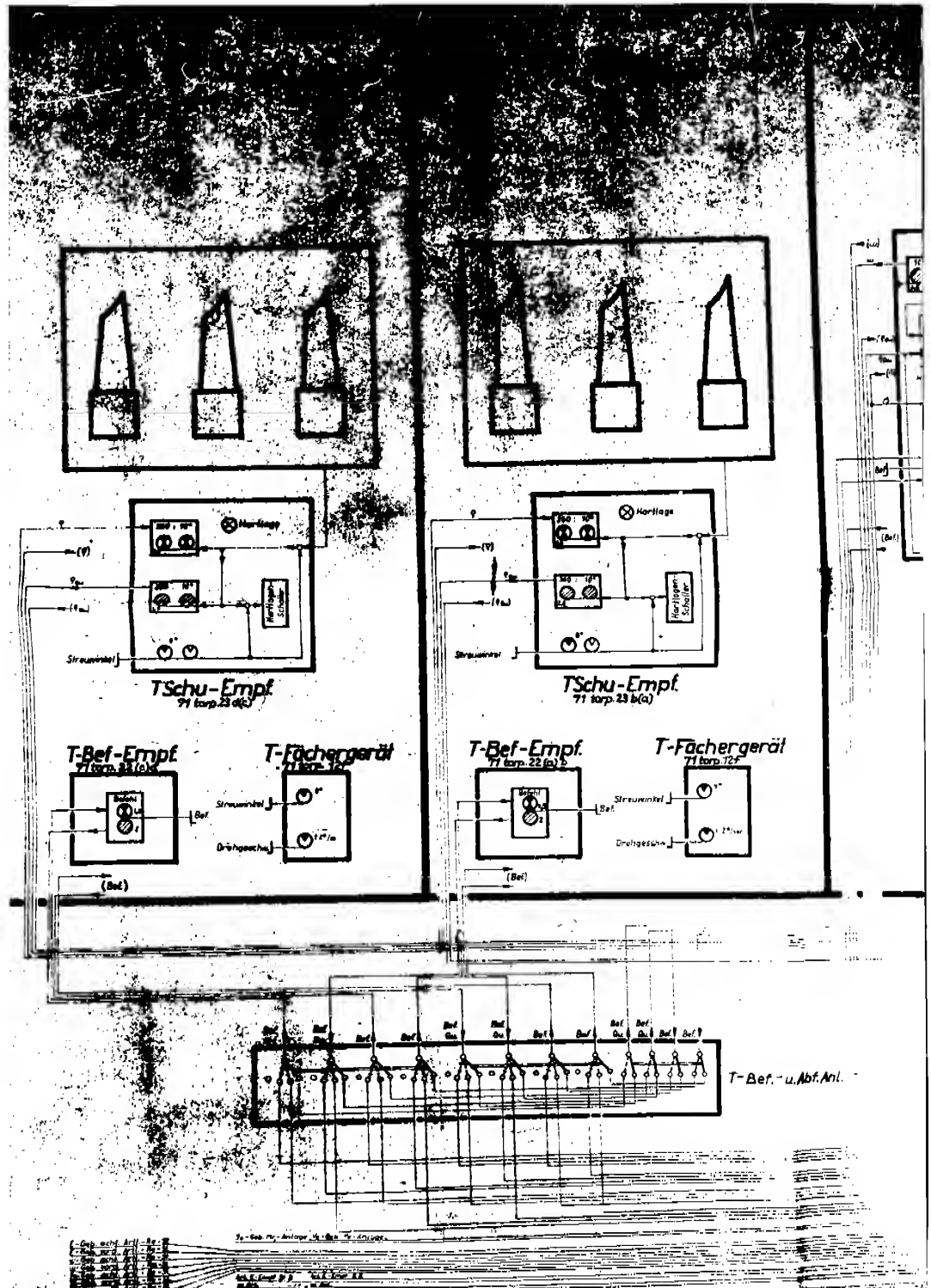


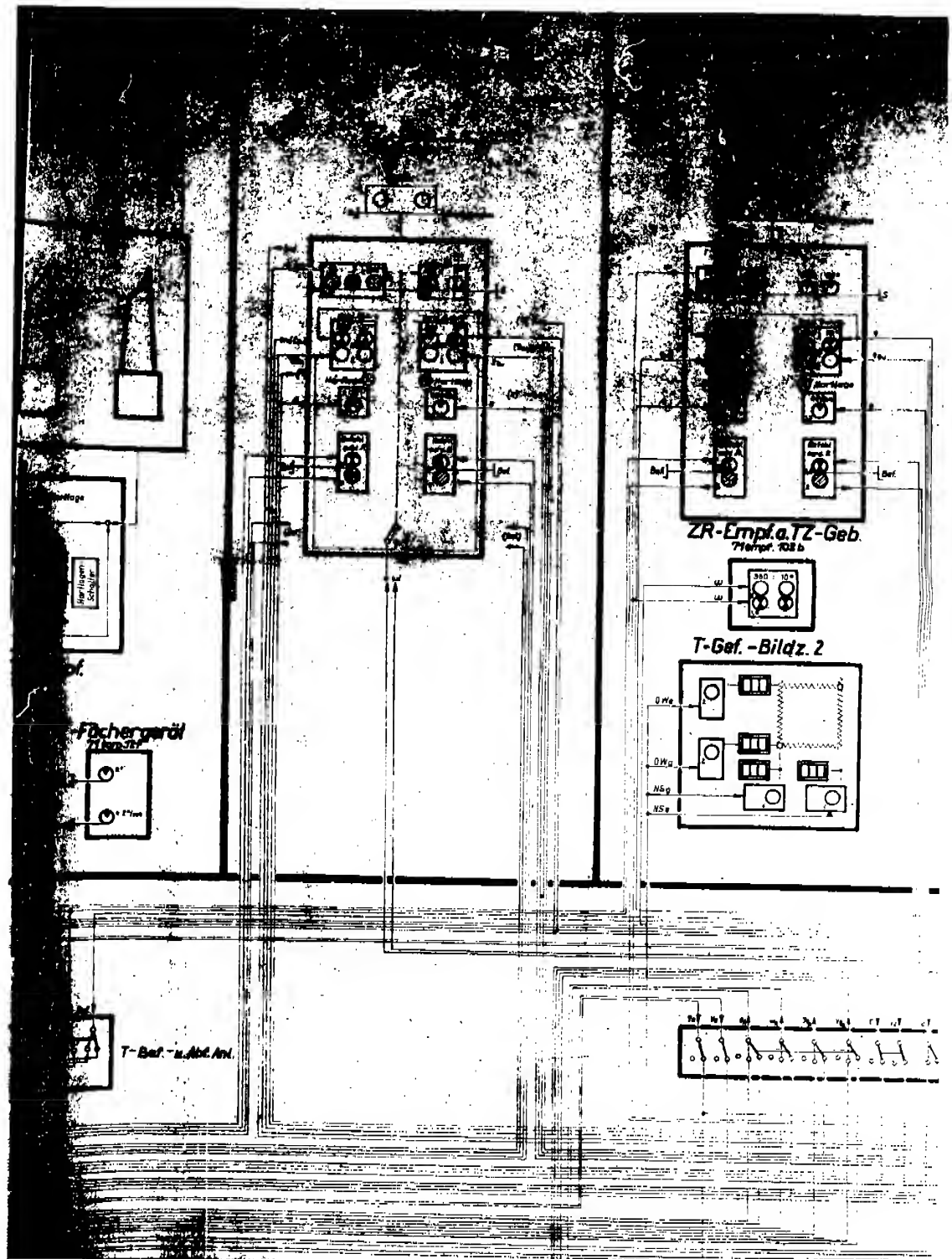


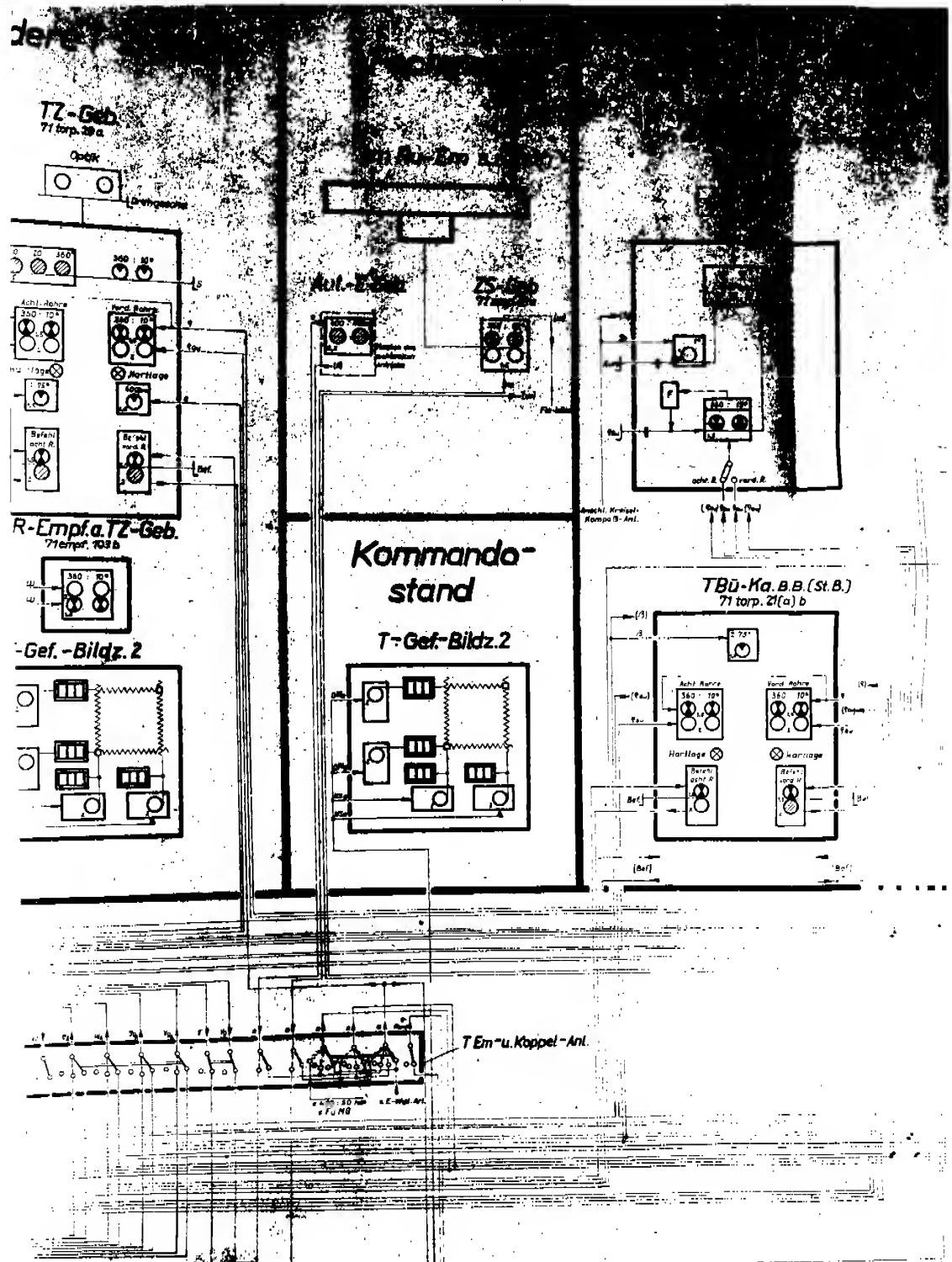


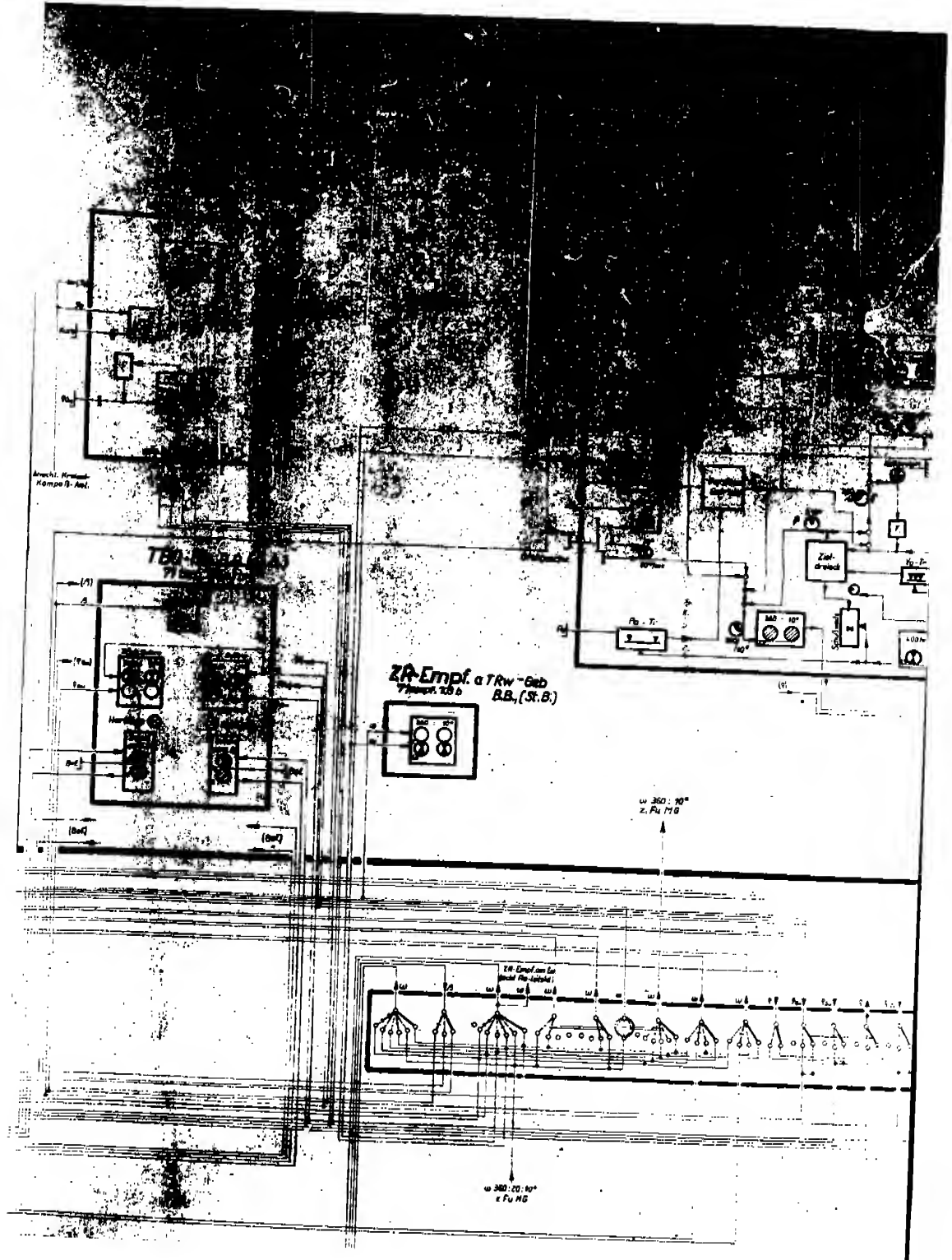


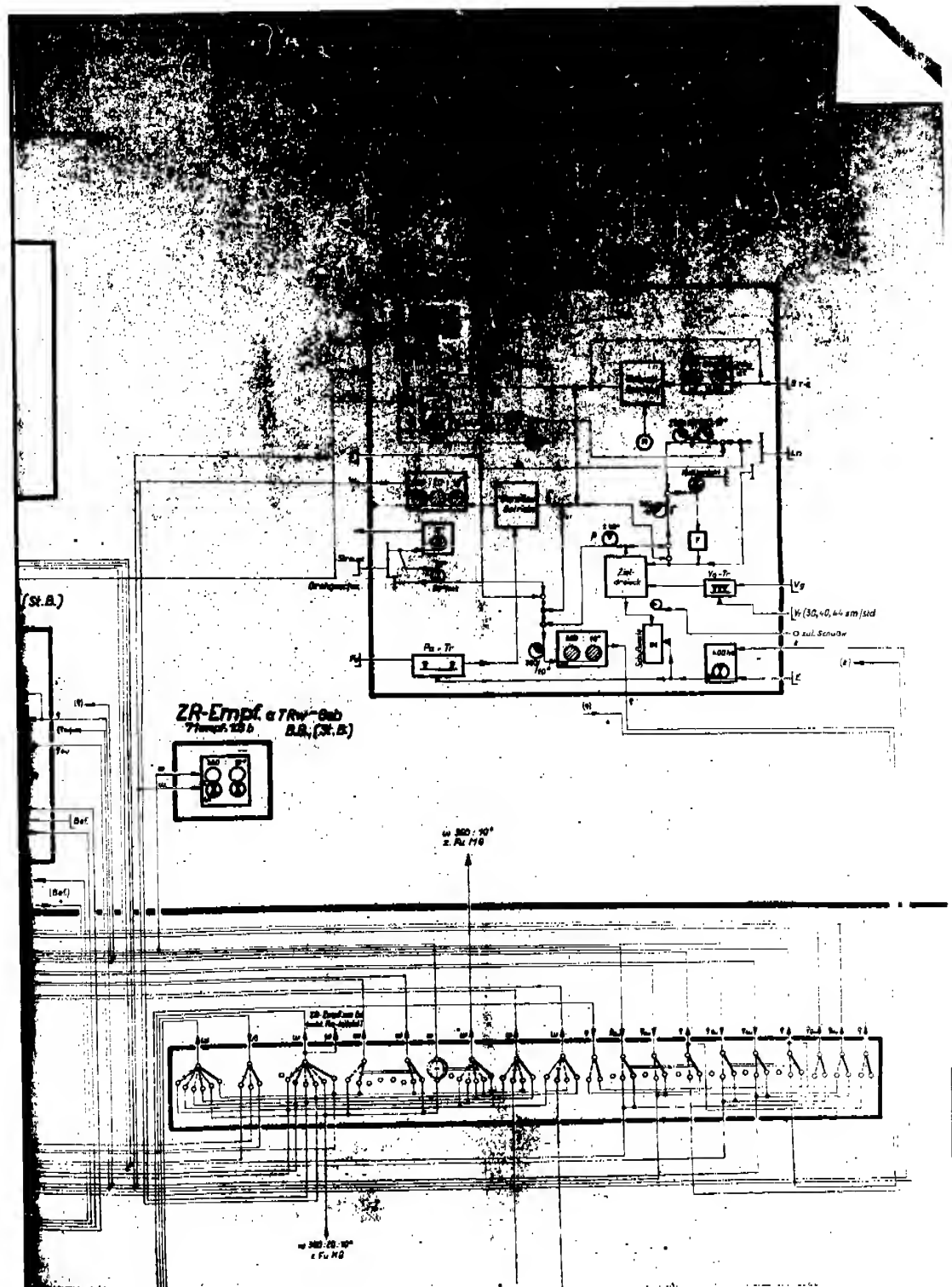


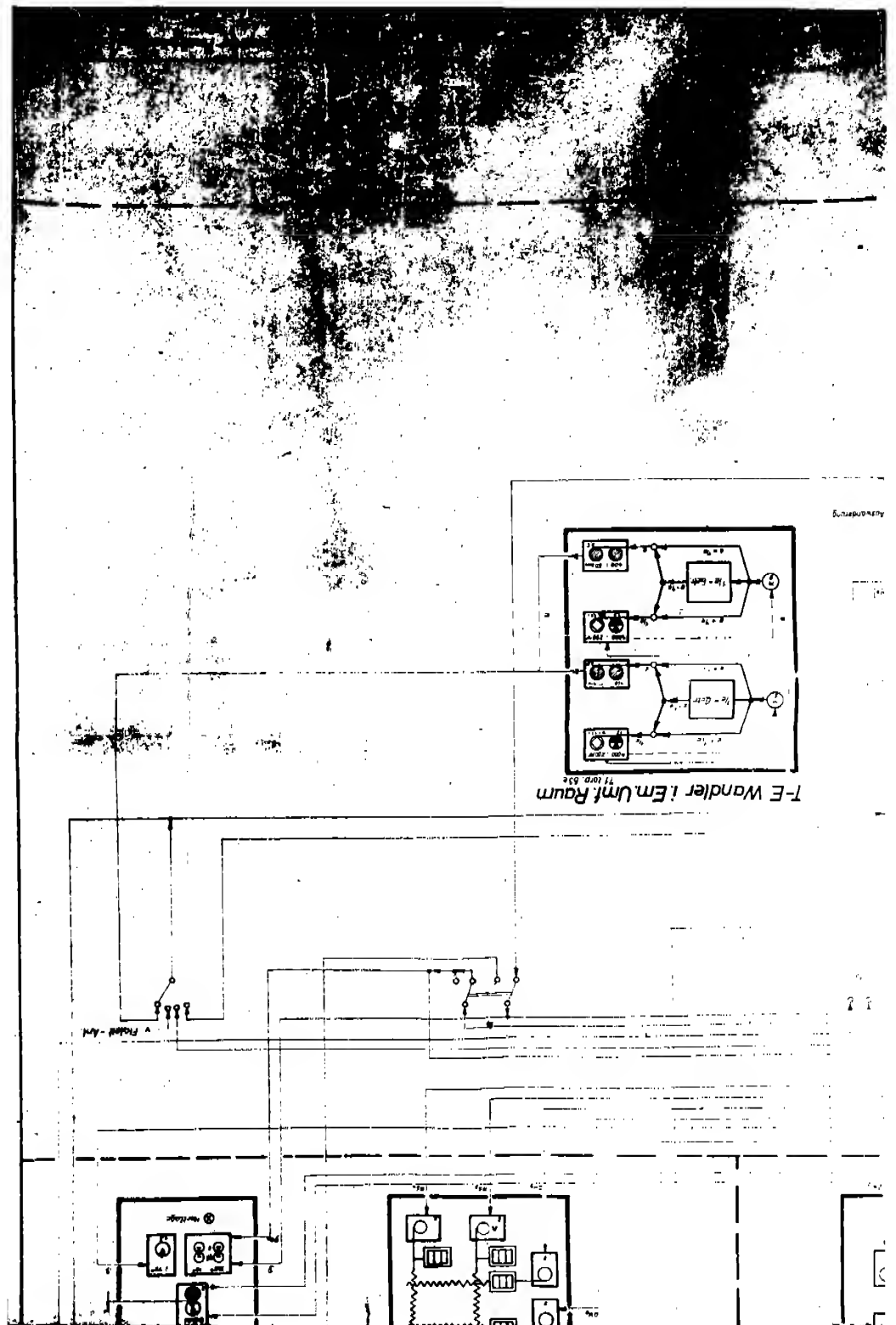


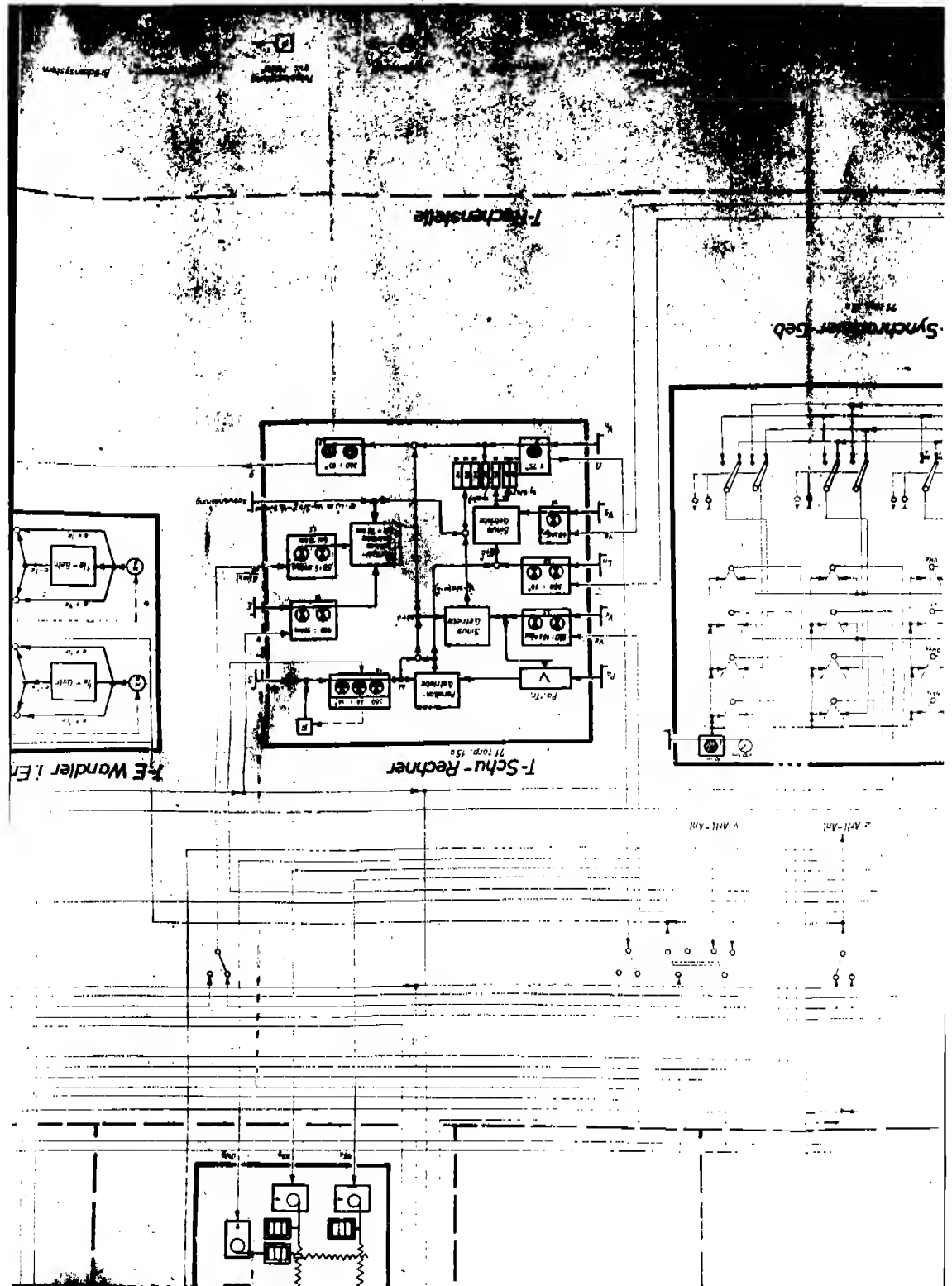


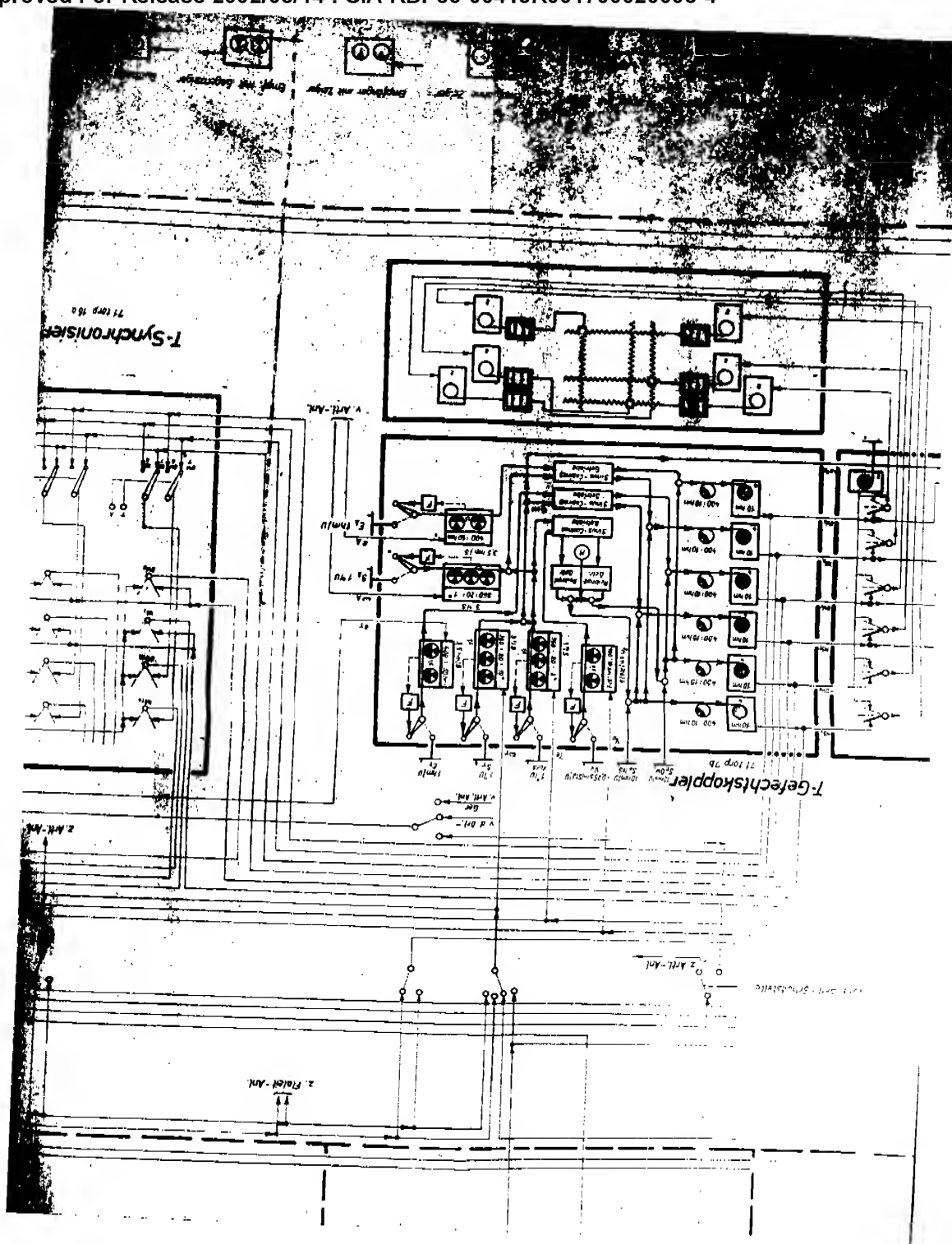


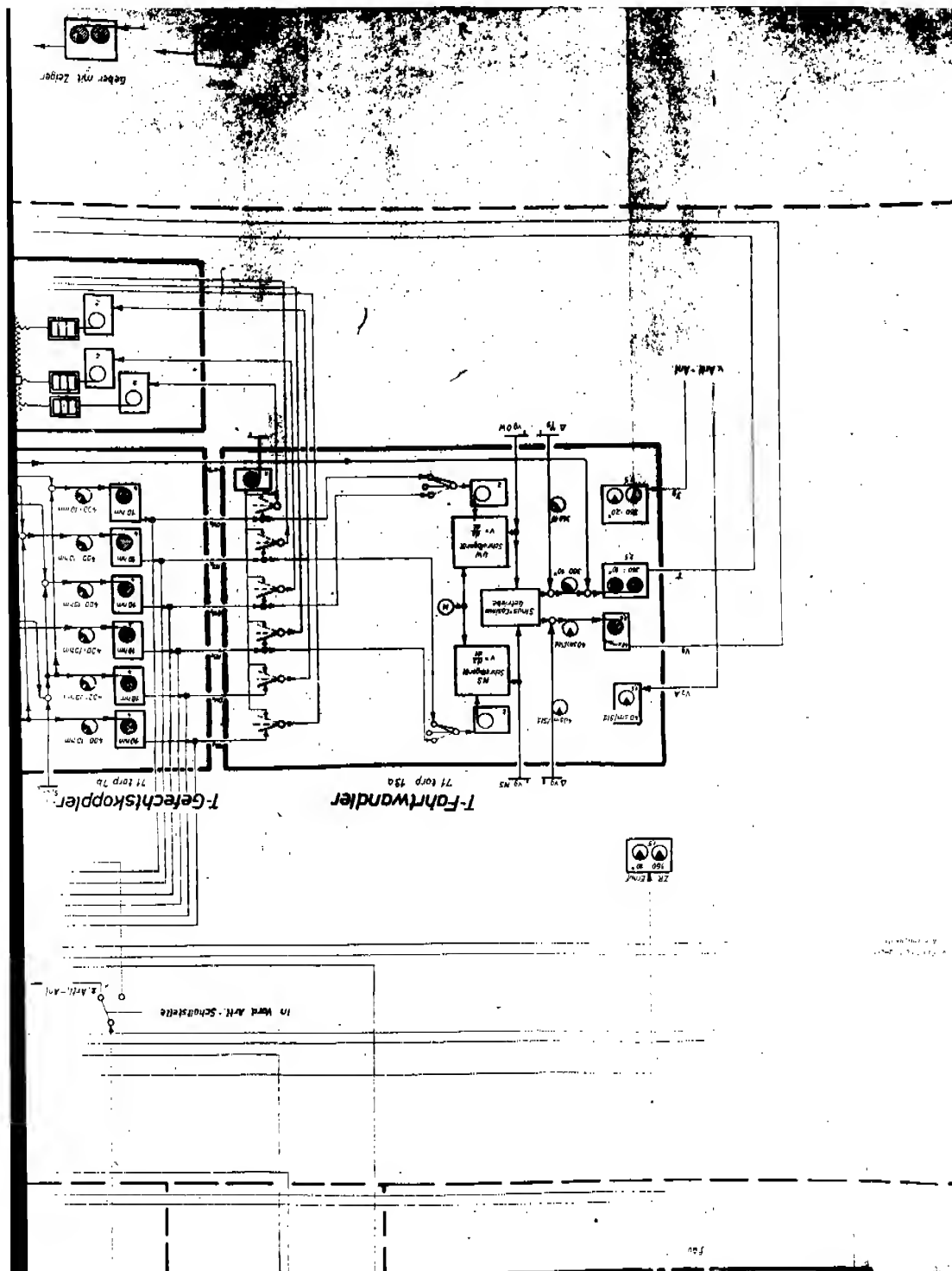




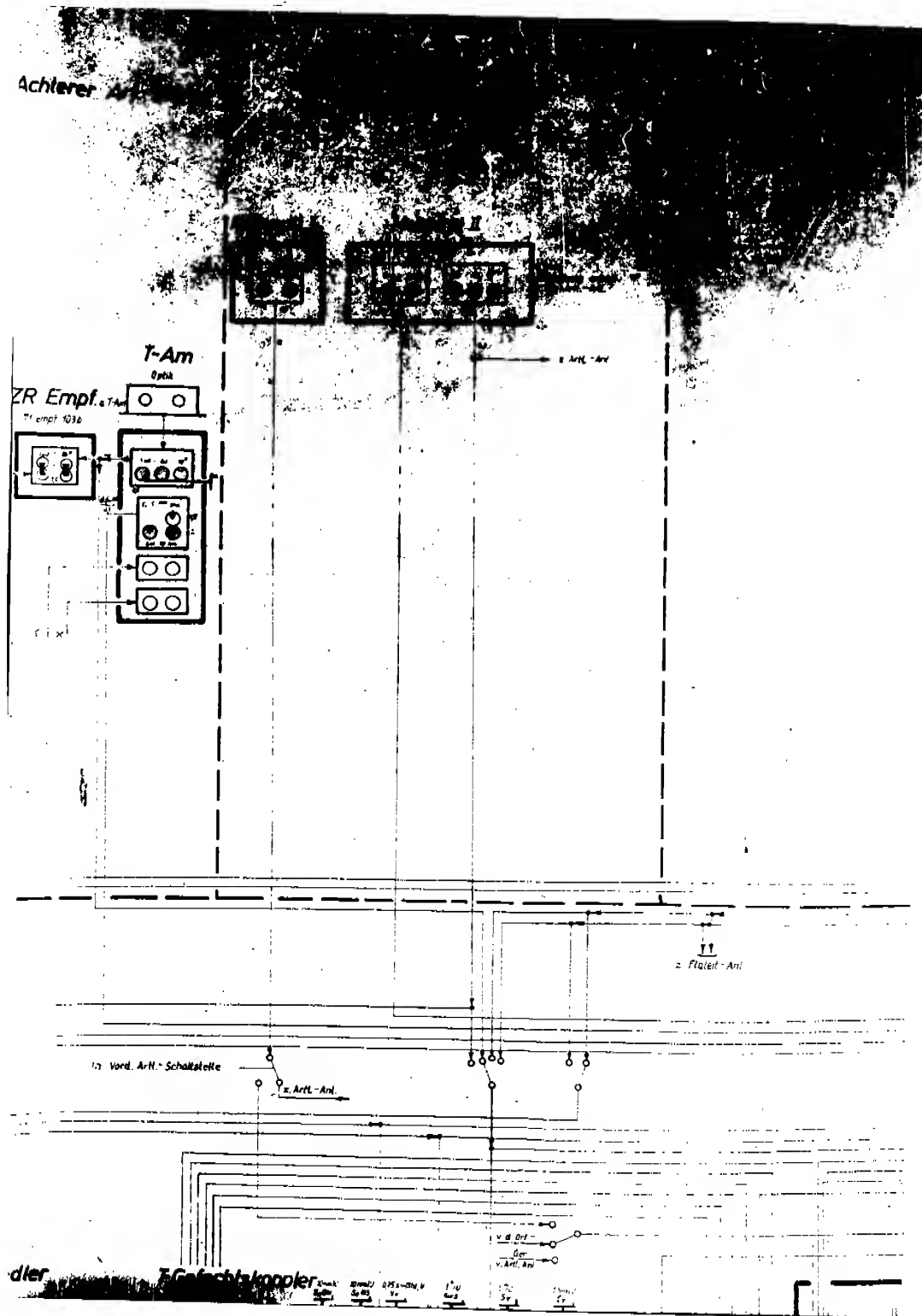


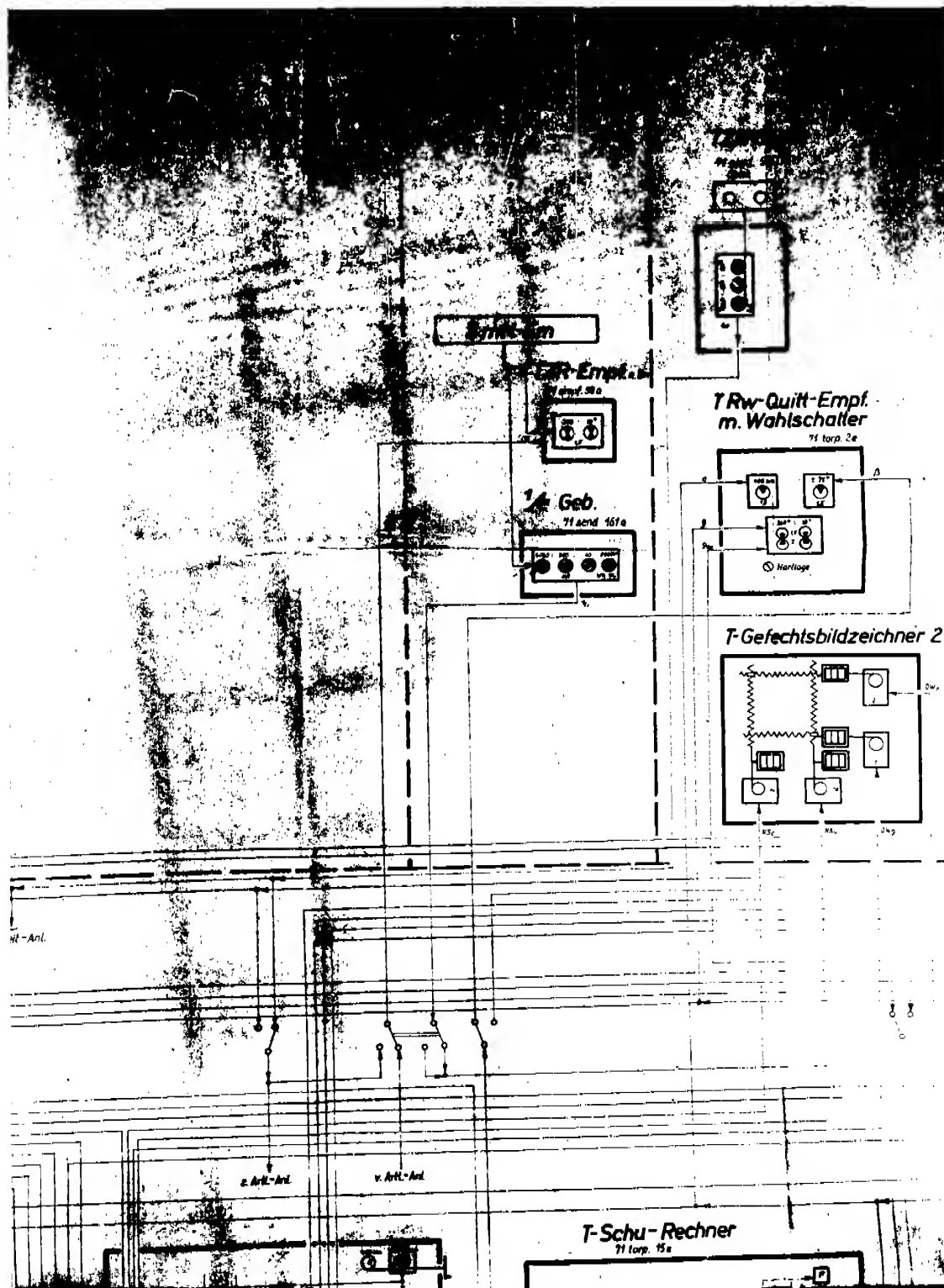


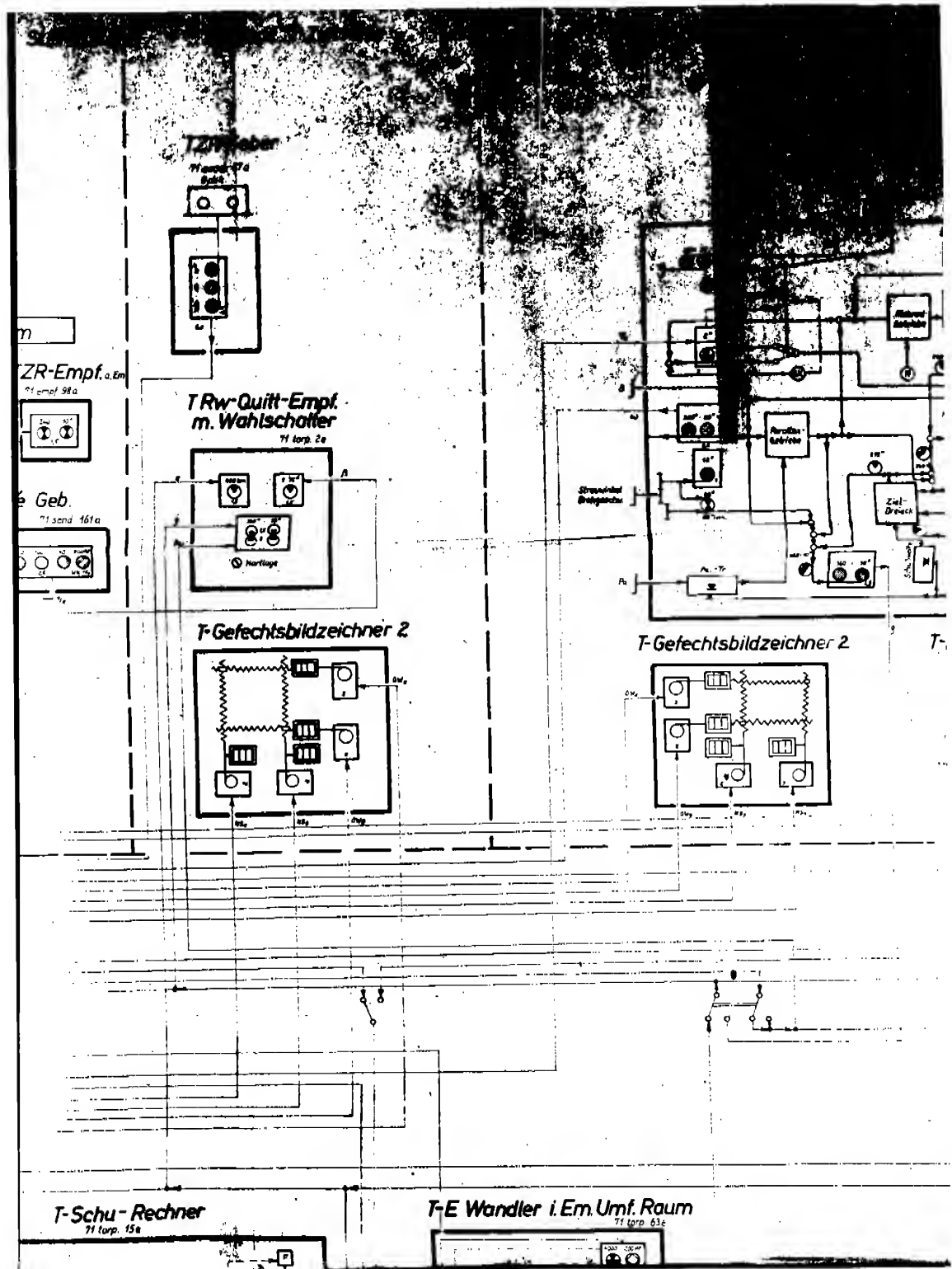


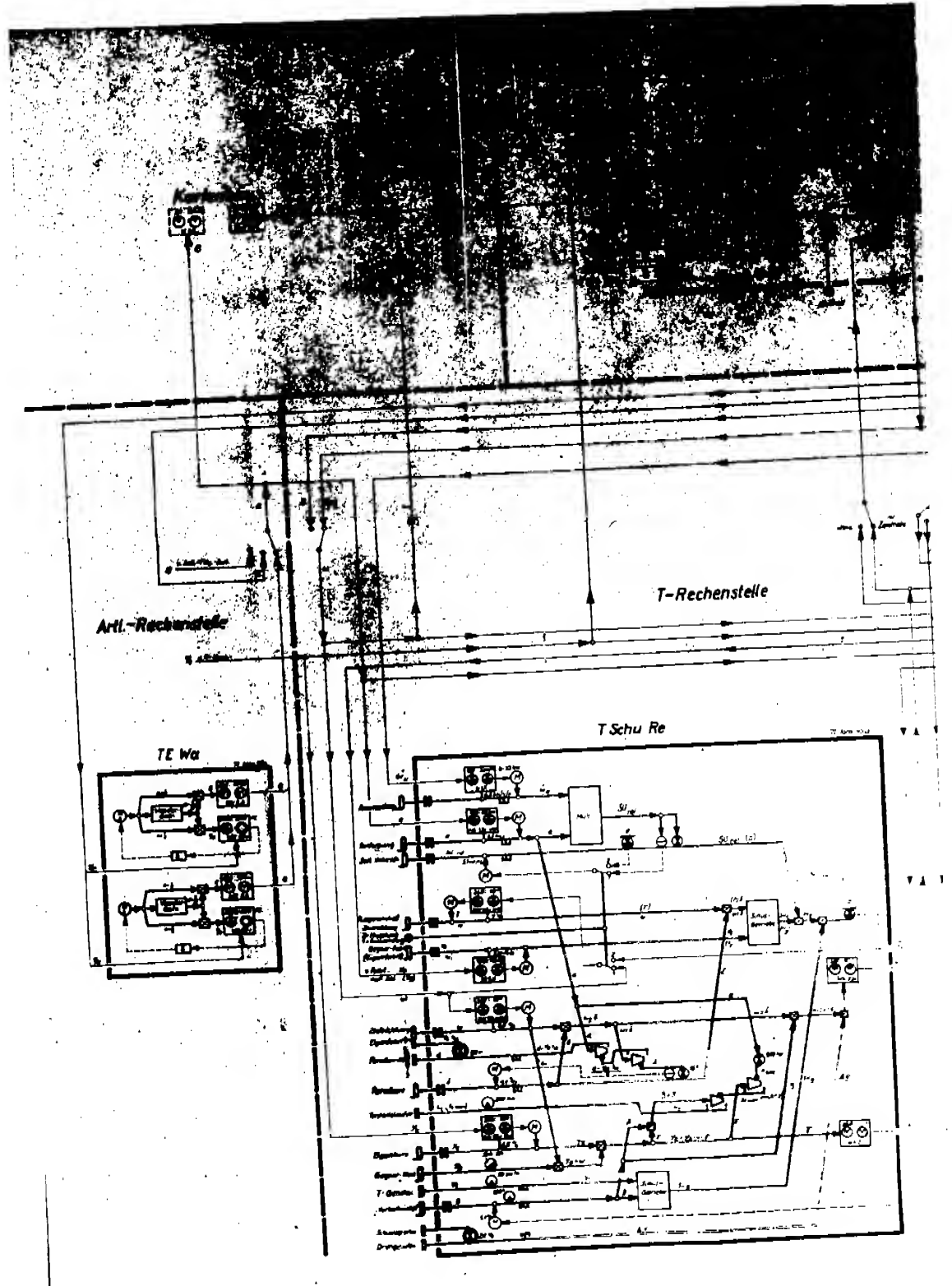


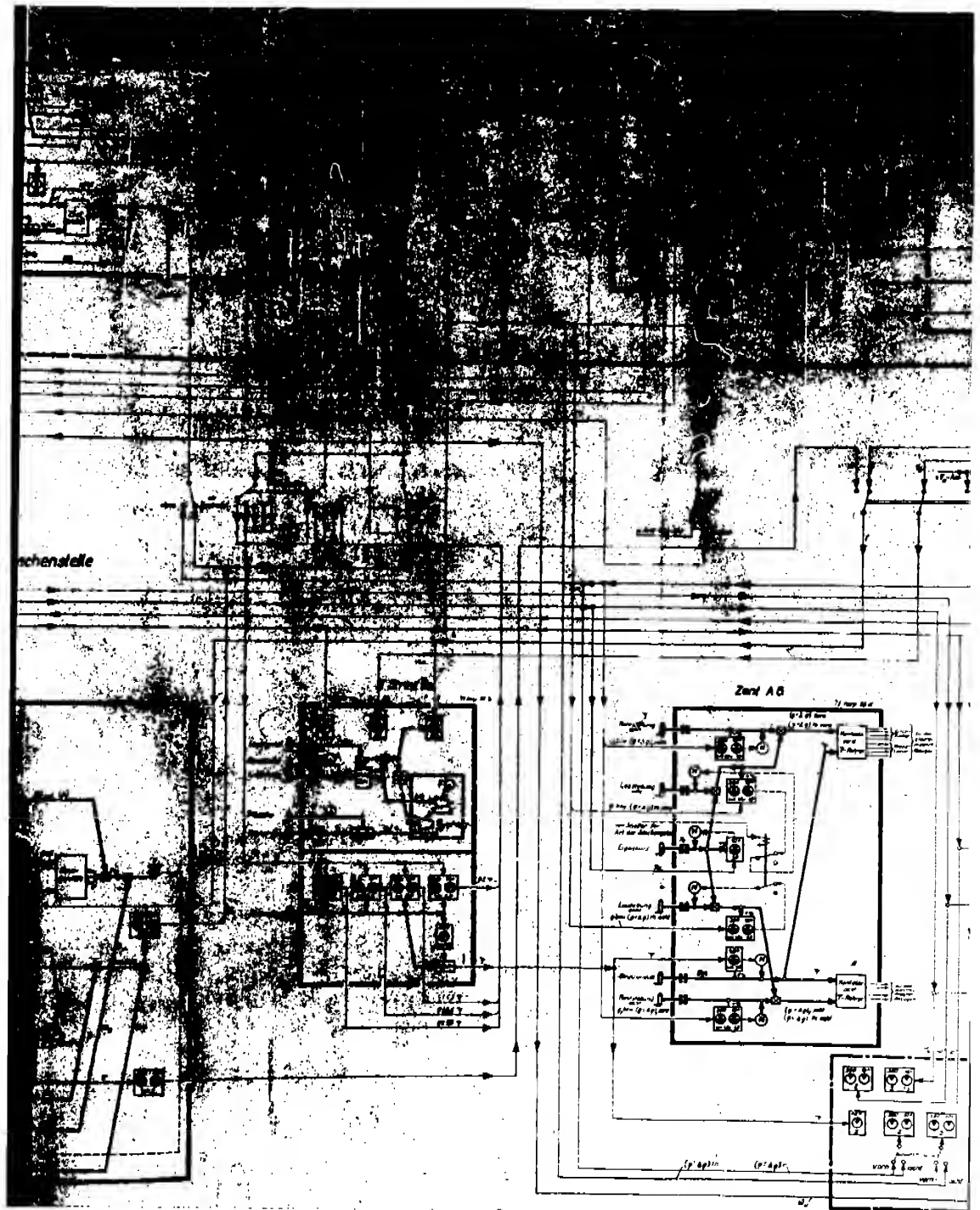


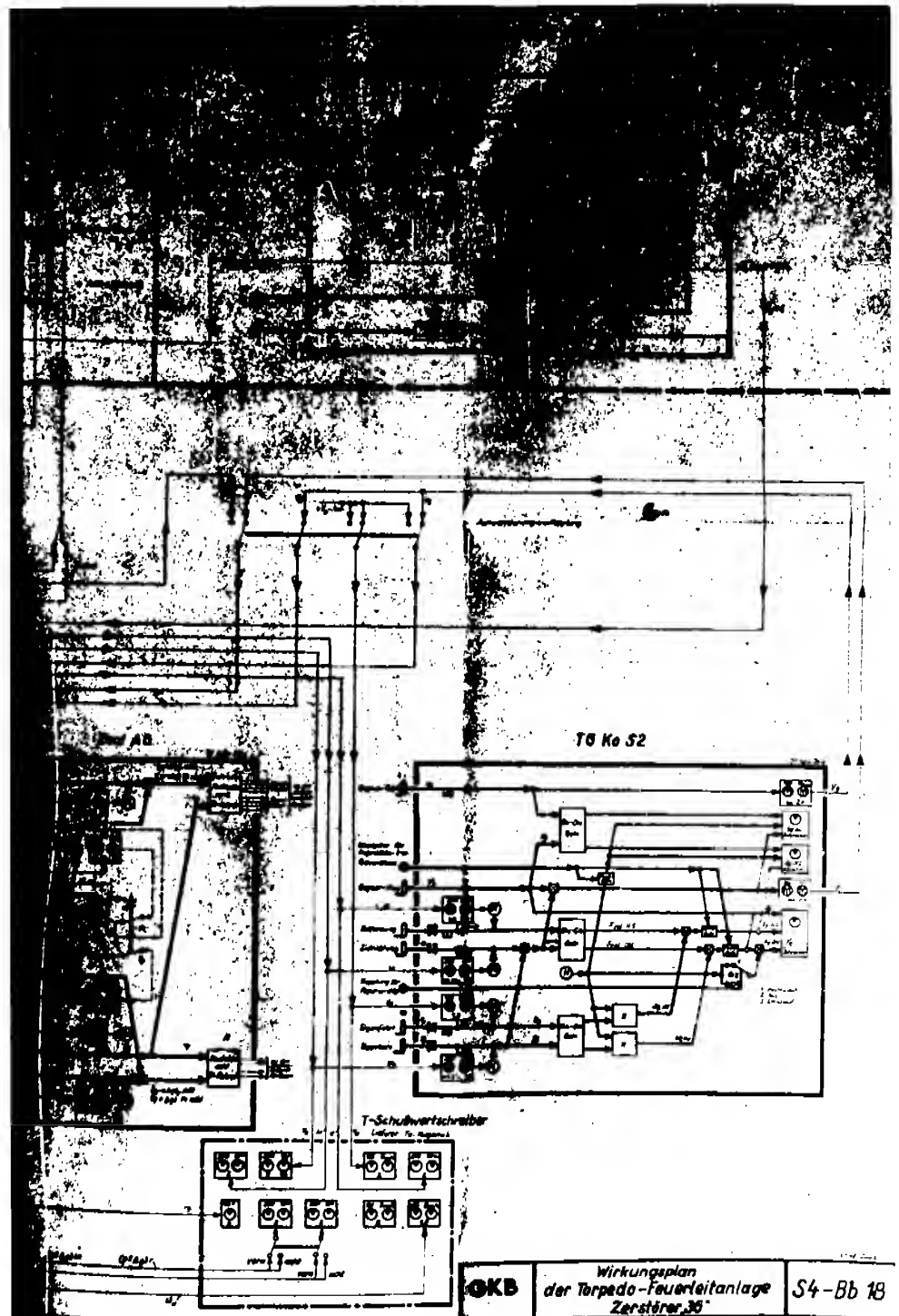


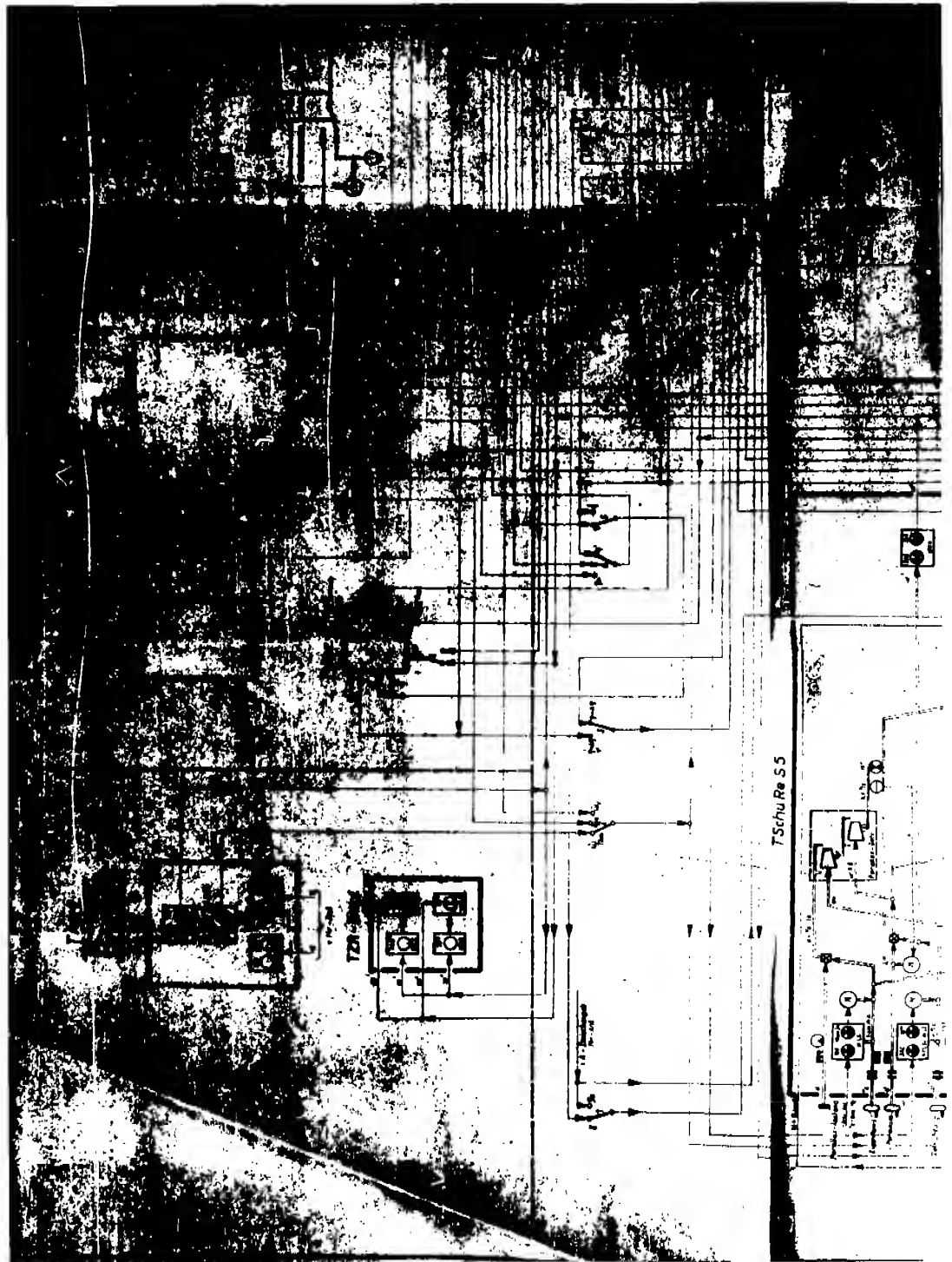


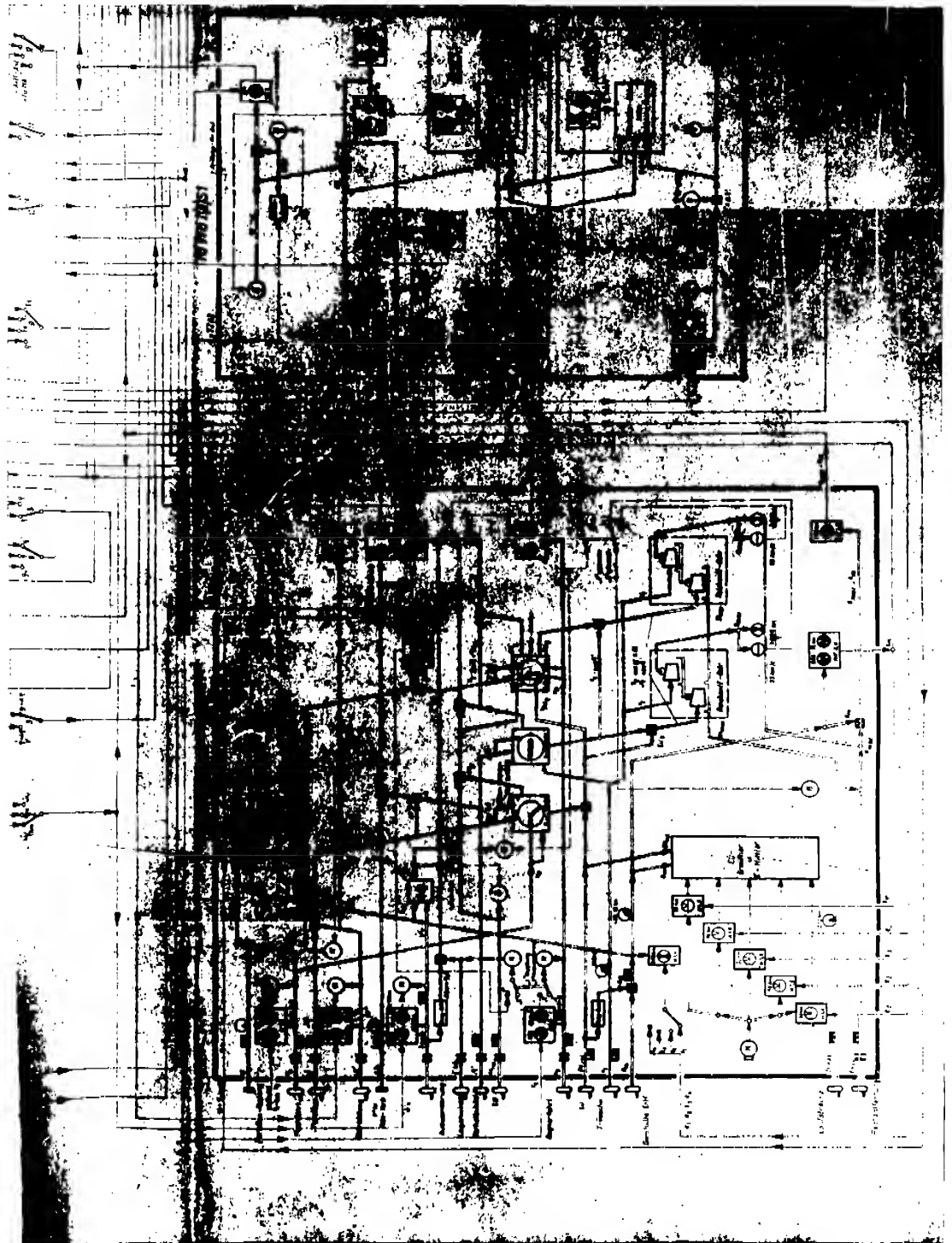


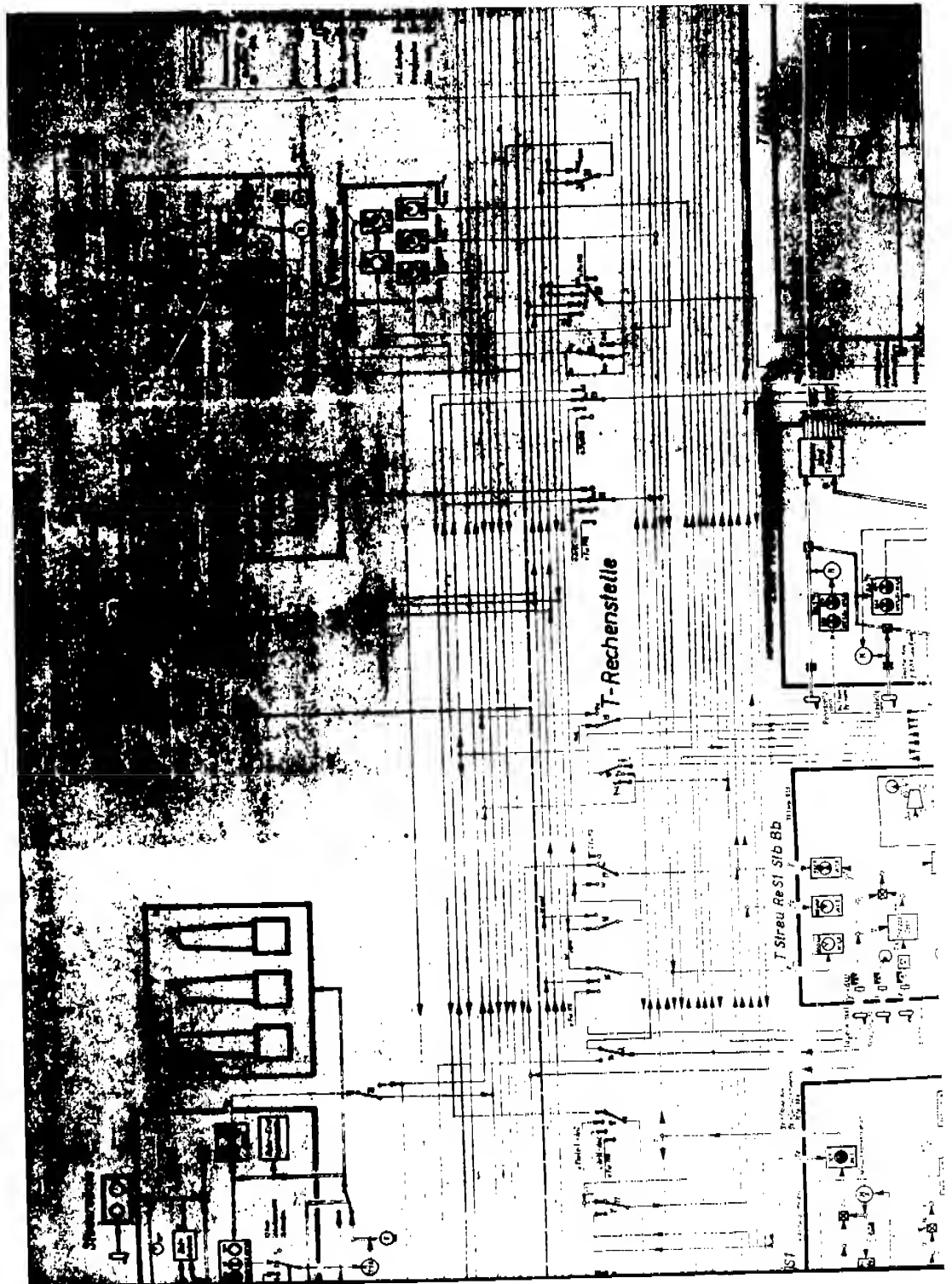


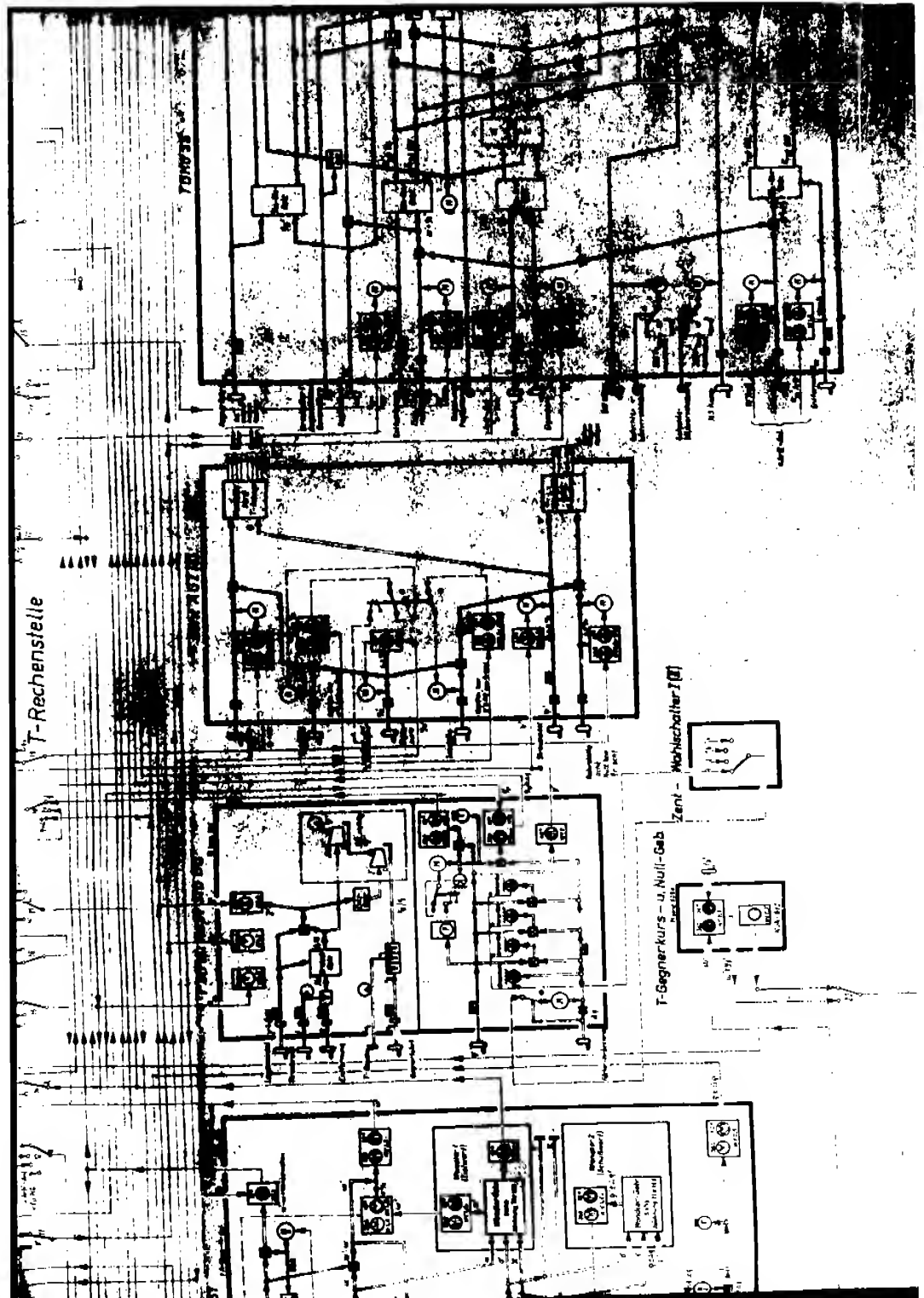


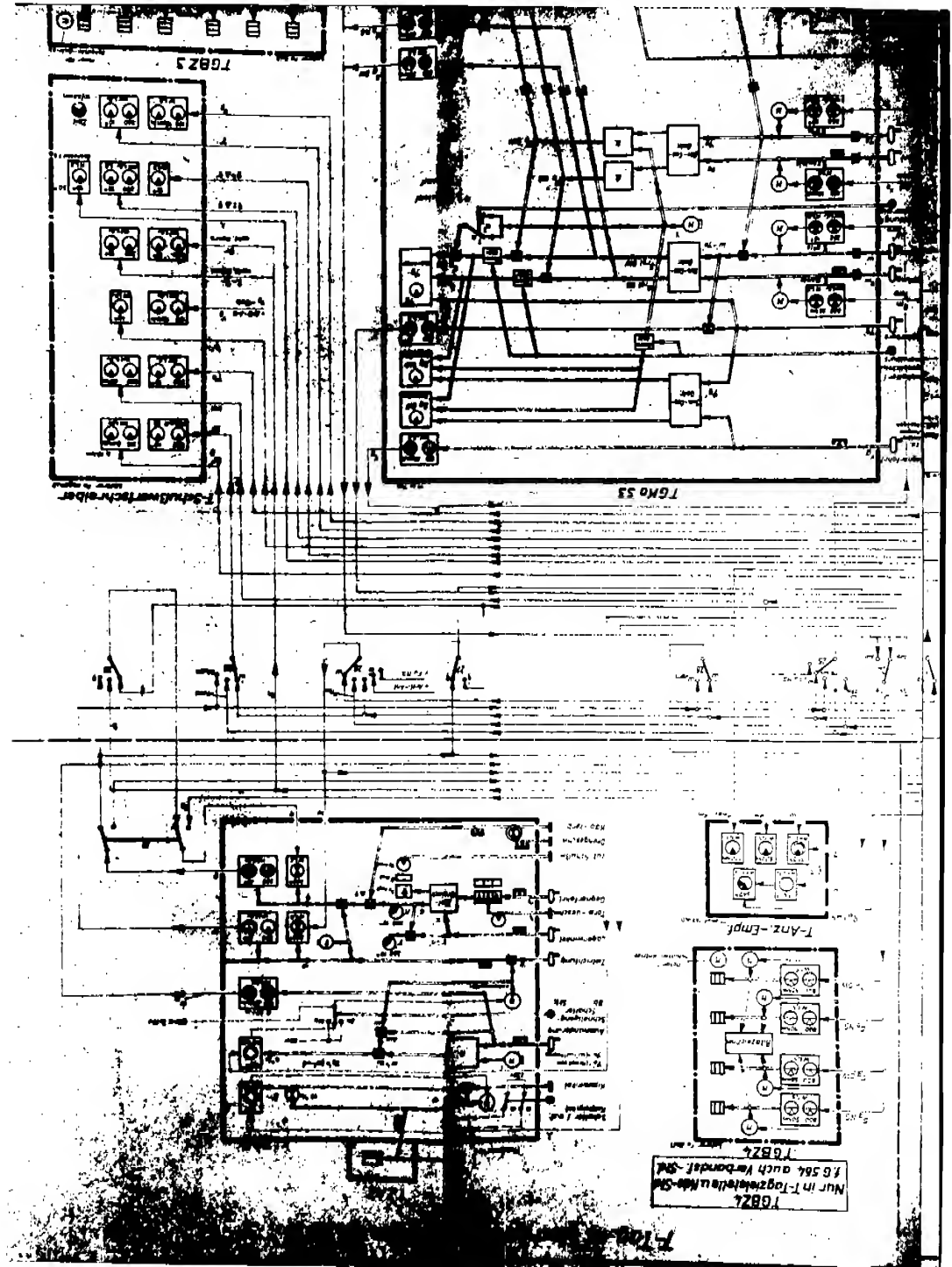


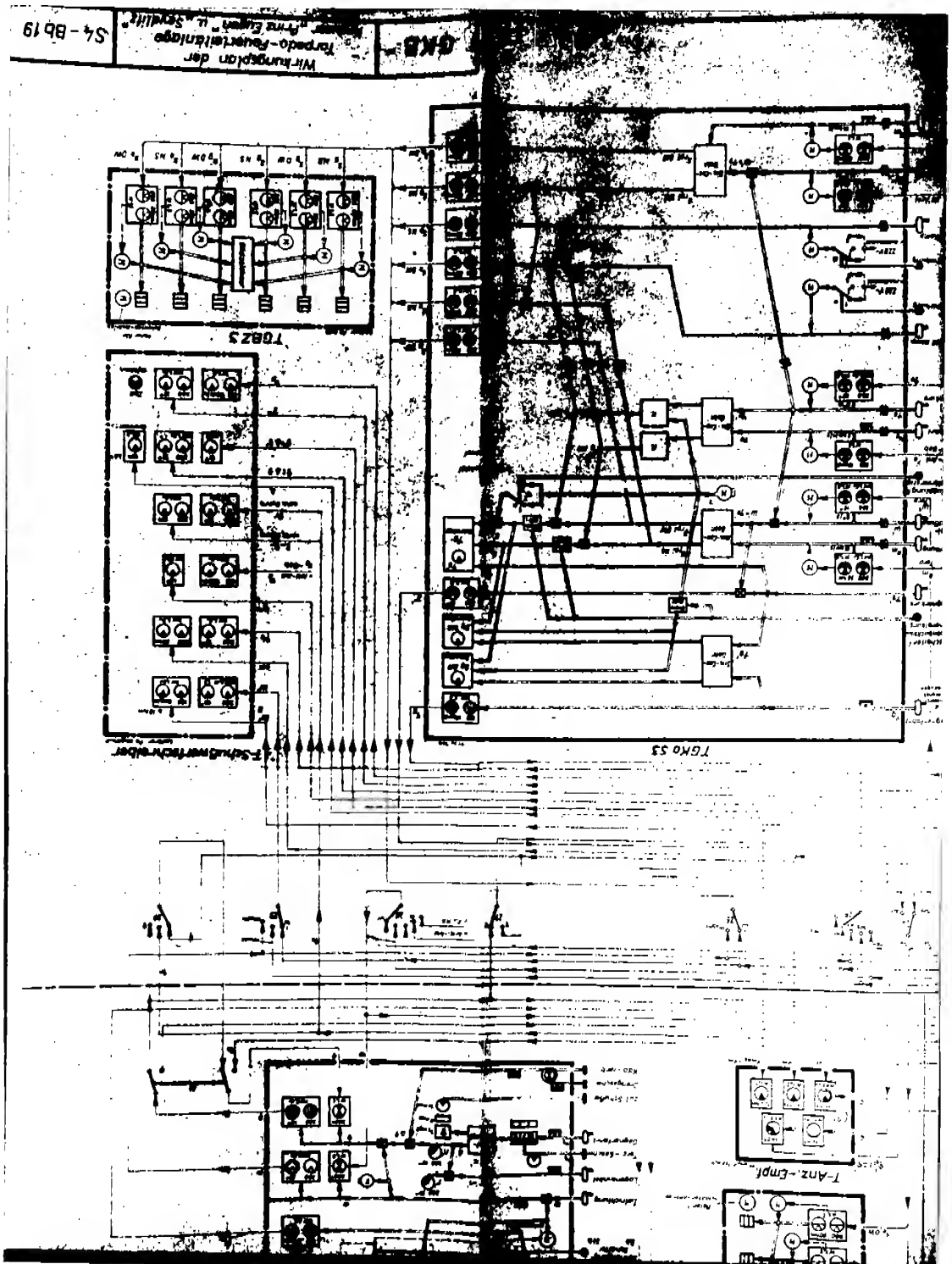


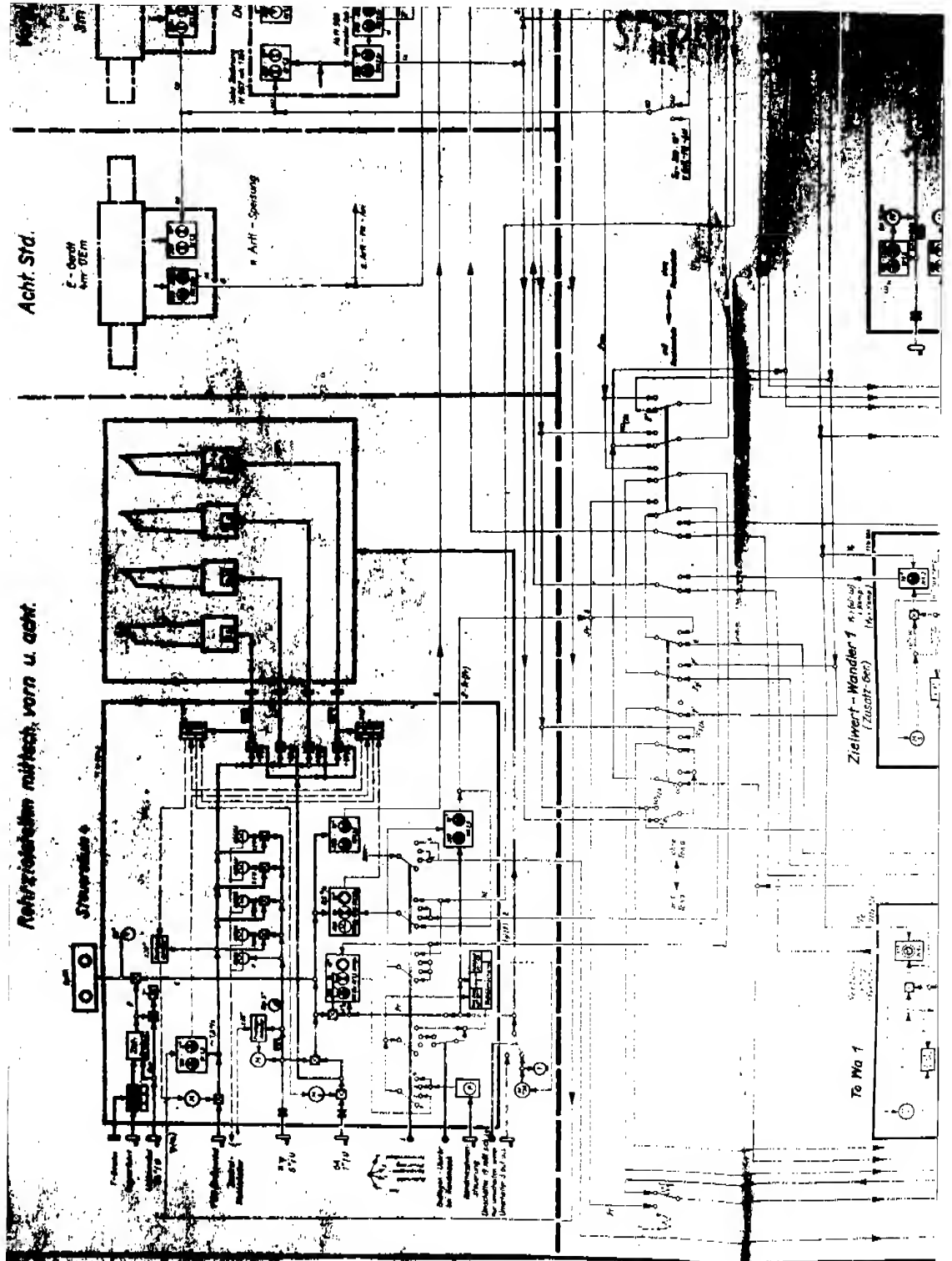


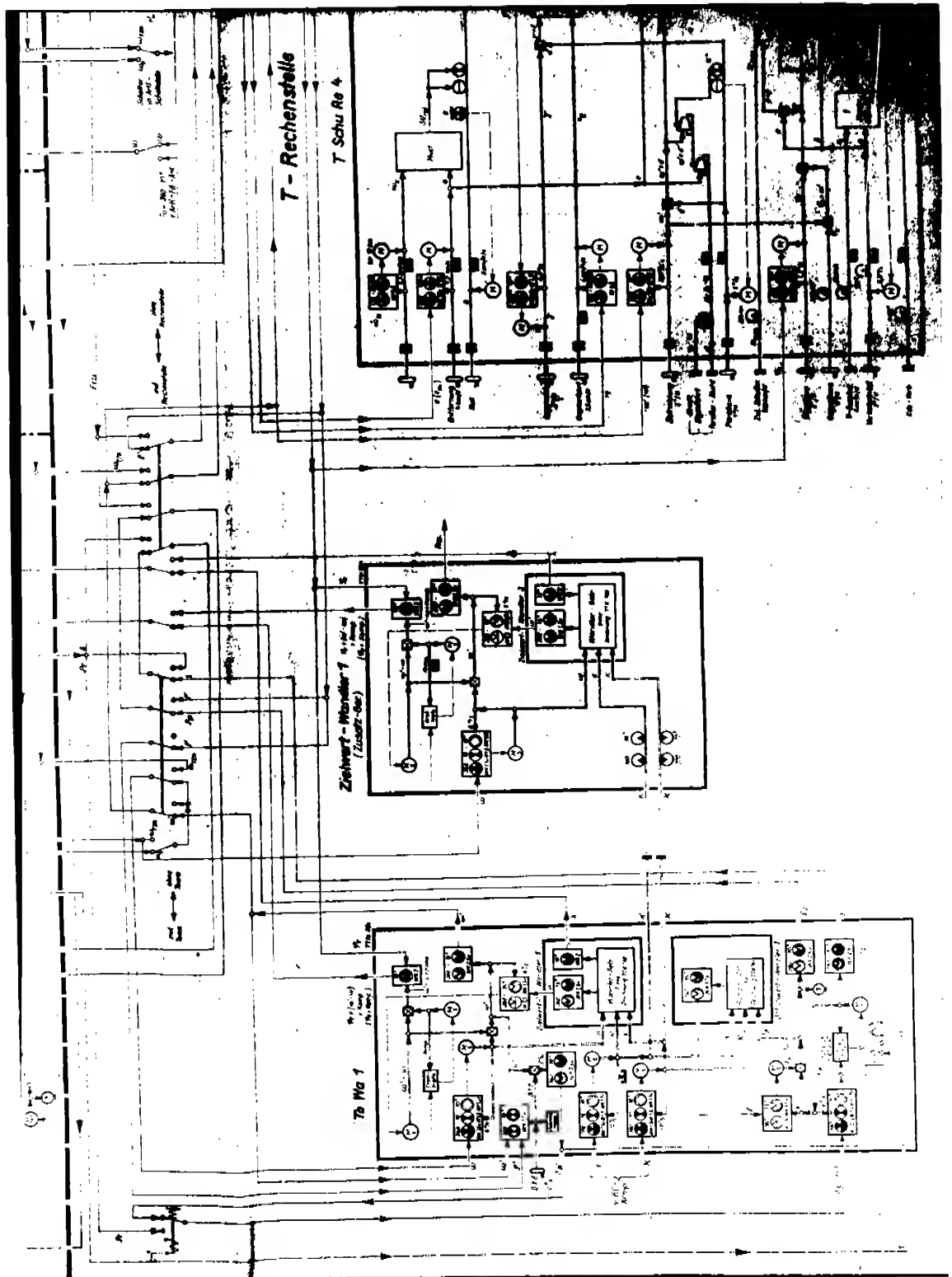


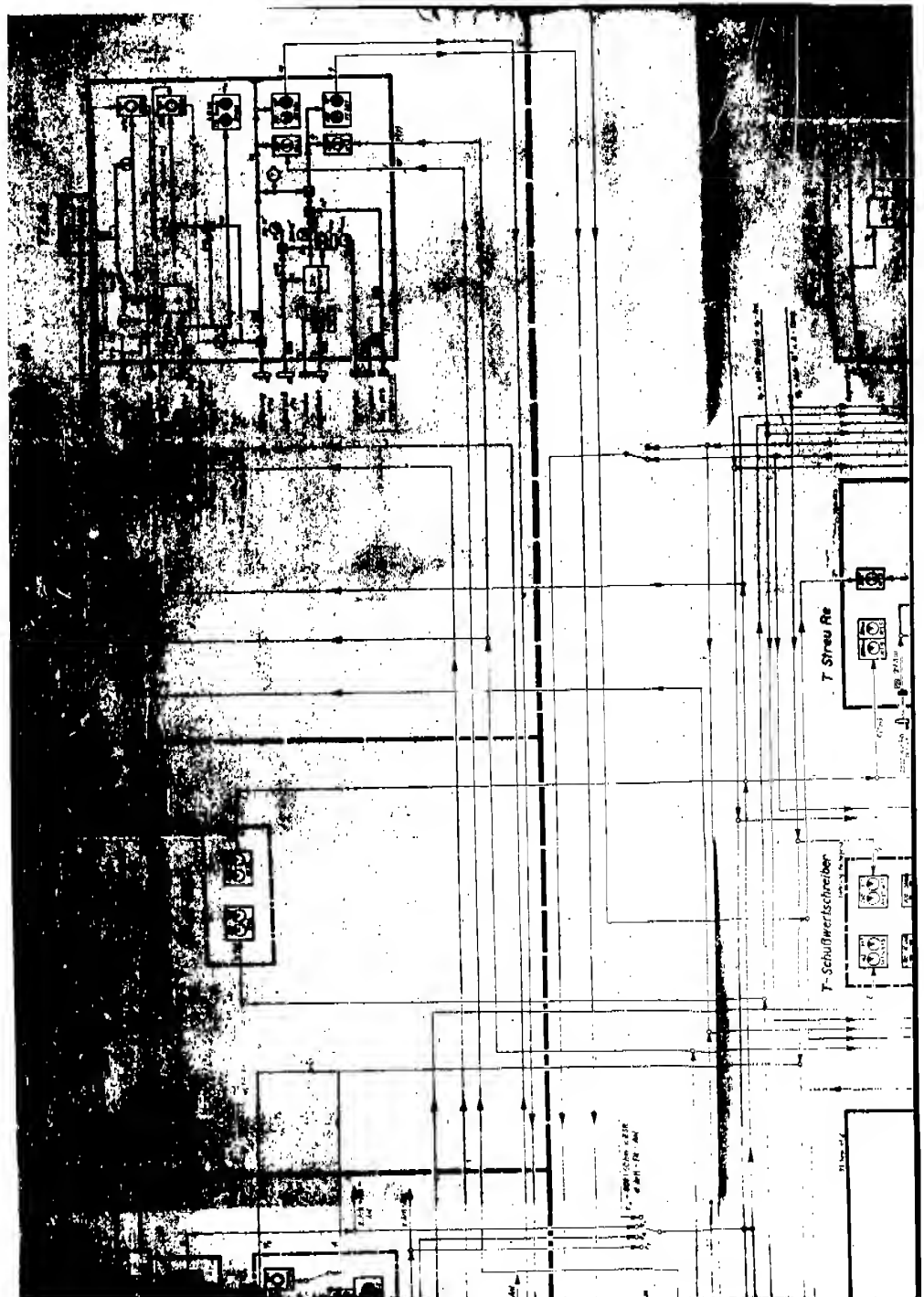


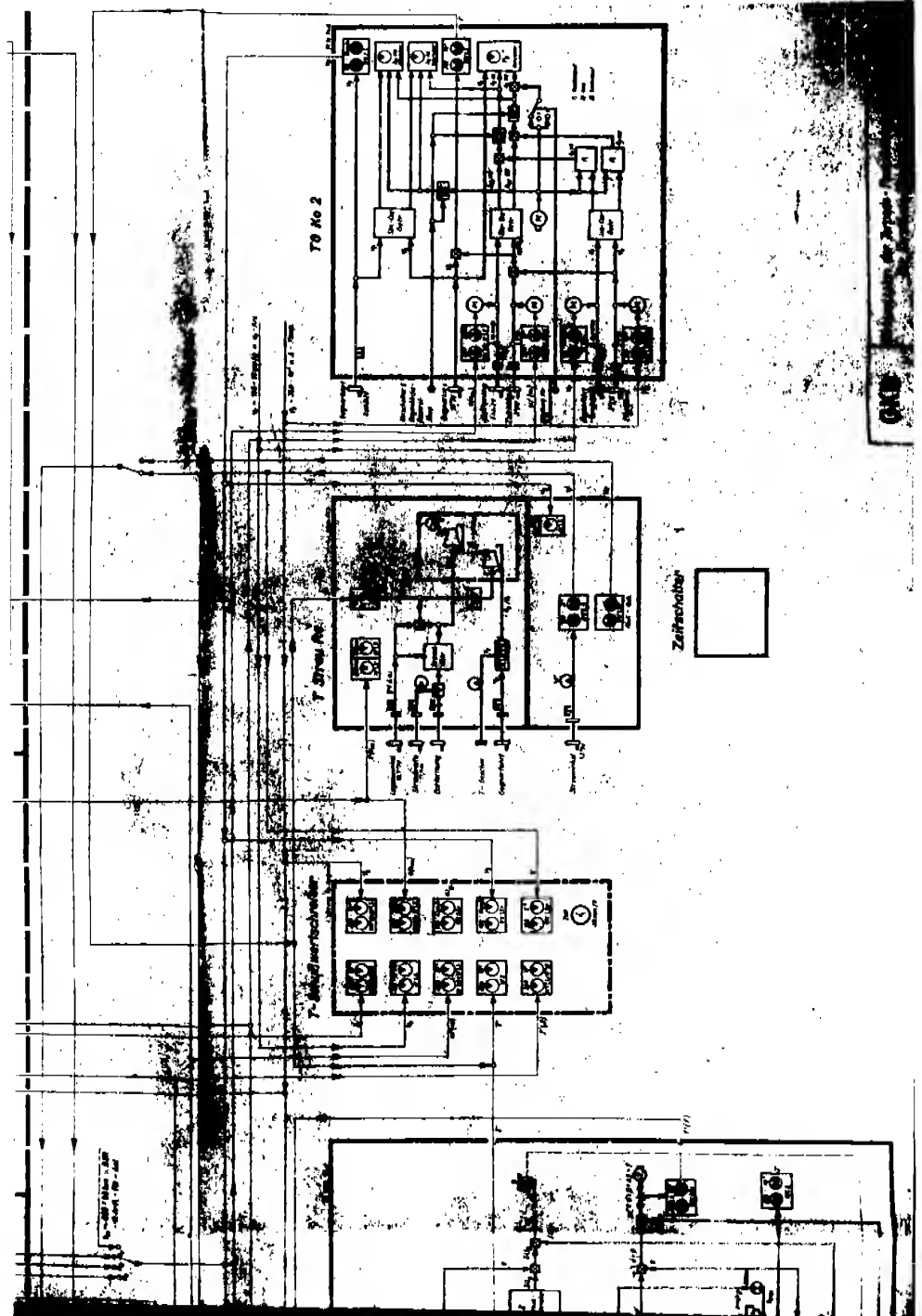


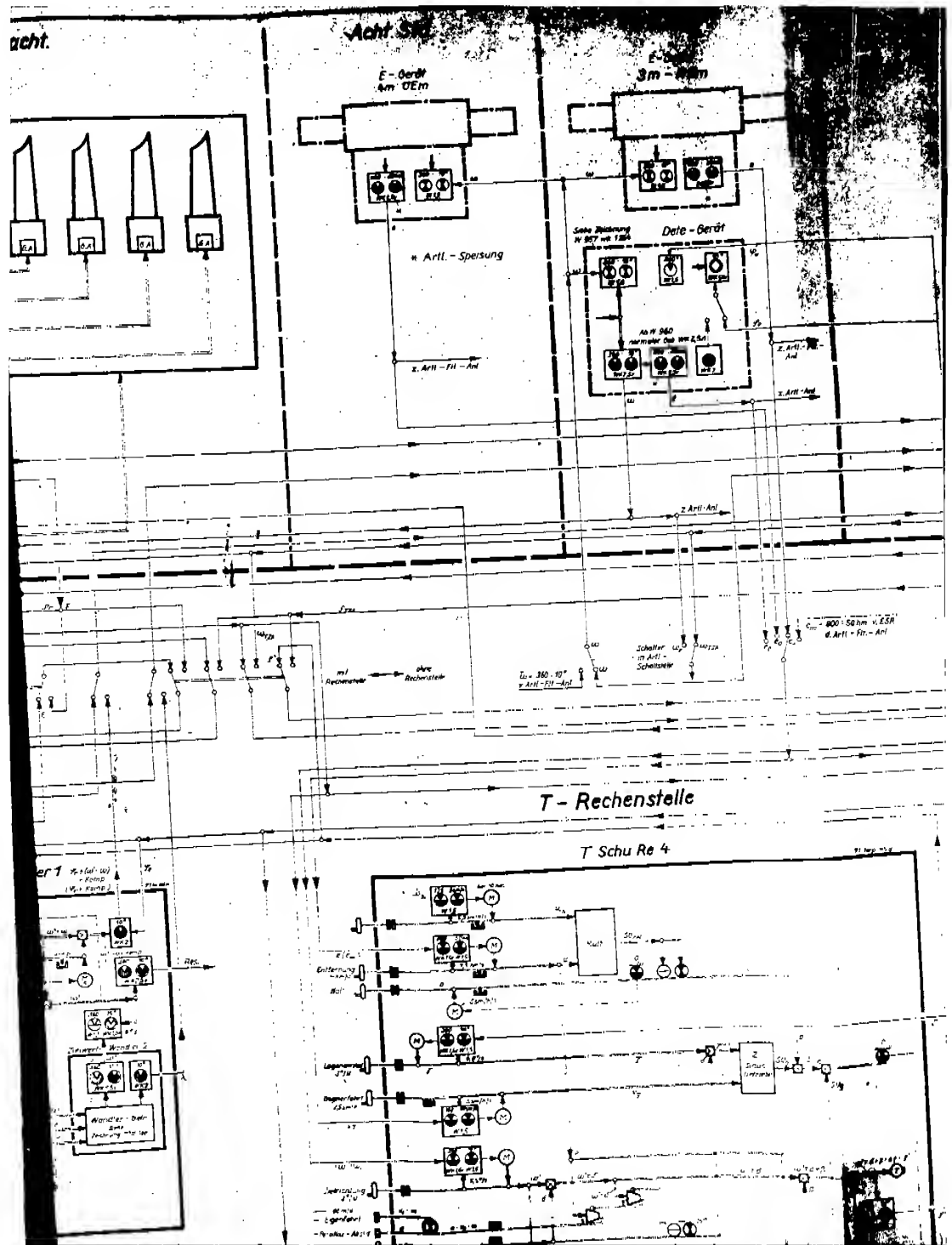


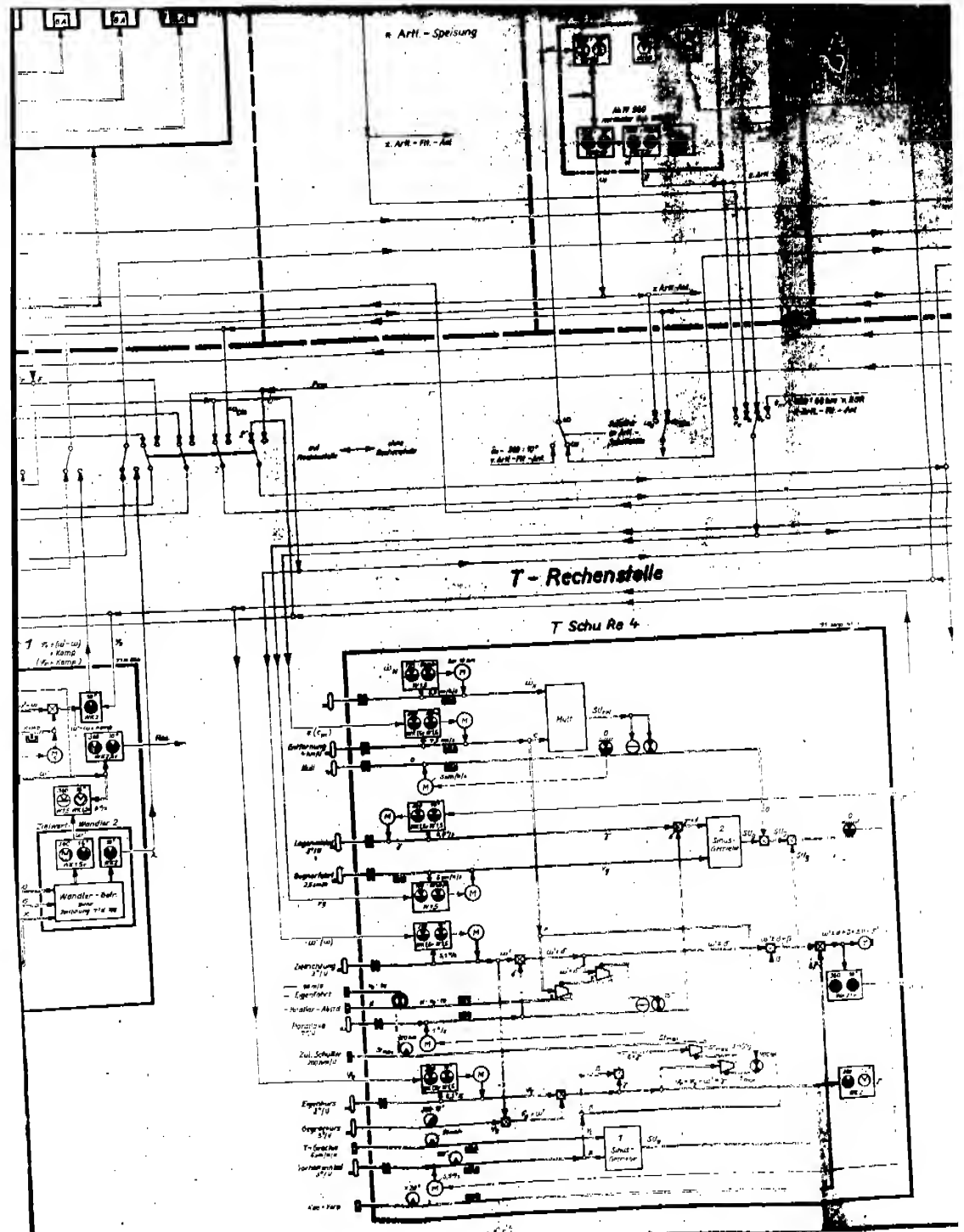












[illegible]

| | | |
|-----|--|----------|
| GKB | Überblick über die Torpedo-Feuerleit- anlagen der U-Bootschiffe | S4-Bb 21 |
|-----|--|----------|